

**STUDI LAMA PEMULIHAN PASCA ETIOLASI PADA TANAMAN C3**

(Sumber belajar pada materi pertumbuhan dan perkembangan peserta didik kelas XII  
IPA semester ganjil SMA)



**SKRIPSI**

**Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi Syarat-syarat  
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd)  
dalam Ilmu Biologi**

Oleh

**SIKHATUN RIRIN ABRIANINGSIH**  
**NPM. 1011060126**

Jurusan : Pendidikan Biologi

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN**

**LAMPUNG**

**1439 H/ 2018 M**

## ABSTRAK

Ilmu tentang tumbuh-tumbuhan sudah disyariatkan dalam Al-Qur'an sebelum ilmu pengetahuan berkembang (QS. Yaasiin : 33). Sehingga berkembang seperti saat ini. Berdasarkan fotosintesis, tanaman dibagi menjadi tanaman C3, C4 dan CAM yang memiliki keunggulan pada masing-masing tanaman. Kacang tanah dan kacang merah (family Poaceae) termasuk ke dalam tanaman dengan tipe fotosintesis C3.

Penelitian dengan judul “Studi lama Pemulihan Pasca Etiolasi Pada Tanaman C3” Sebagai penerapan pada materi pertumbuhan dan perkembangan peserta didik kelas XII IPA semester ganjil SMA. Yang dilaksanakan pada bulan Juni sampai bulan September 2014 di Kebun Botani UIN Raden Intan Lampung. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian cahaya terhadap pemulihan pada tanaman etiolasi tanaman C3 serta mengetahui lama waktu yang dibutuhkan.

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan faktor perlakuan dua factor tanaman C3, tanaman tersebut adalah kacang tanah dan kacang merah. T<sub>1</sub> dan T<sub>2</sub>. di mana perlakuannya terdiri dua perlakuan yaitu pertumbuhan di tempat terang dan pertumbuhan di tempat gelap dengan simbol P<sub>1</sub>, dan P<sub>2</sub> yang semuanya diulang sebanyak 3 kali (i = 1,2,3). Analisis data dilakukan dengan cara deskriptif kuantitatif, yaitu menggunakan data berupa angka sebagai alat menemukan keterangan mengenai apa yang ingin diketahui

Parameter yang diamati adalah tinggi, warna batang, lebar, panjang dan warna daun. Mengukur kandungan klorofil serta mengamati pemulihan pasca etiolasi dan mengetahui waktunya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa adanya pemulihan ketika tanaman yang telah mengalami etiolasi diberikan rangsangan cahaya, namun cahaya yang diberikan tidak penuh (ternaung) dengan waktu yang dibutuhkan adalah 3 hari untuk kacang tanah dan 5 hari untuk kacang merah.

Kata kunci : Etiolasi, Tanaman C3, Kandungan Klorofil,





**KEMENTERIAN AGAMA RI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)  
RADEN INTAN LAMPUNG  
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN**

**Alamat : Jl. Letkol H. Endro Suratmin Sukarama Bandar Lampung 35131 Telp. (0721)703260**

**PERSETUJUAN**

**Judul Skripsi** : **STUDI LAMA PEMULIHAN PASCA ETIOLASI  
PADA TANAMAN C3** (Sumber belajar pada materi  
pertumbuhan dan perkembangan peserta didik kelas XII IPA  
semester ganjil SMA)

**Nama** : **Sikhatun Ririn Abrianingsih**  
**NPM** : **1011060126**  
**Jurusan** : **Pendidikan Biologi**

**MENYETUJUI**

Untuk dimunaqosyahkan dan dipertahankan dalam sidang munaqosyah  
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung

Pembimbing I,

Pembimbing II,

**Drs. H. Alinis Ilyas, M.Ag**  
**NIP.19711151992031001**

**Marlina Kamelia, M.Sc**  
**NIP. 198103142015032001**

**Mengetahui**  
**Ketua Jurusan Pendidikan Biologi,**

**Dr. Bambang Sri Anggoro, M.Pd**  
**NIP.198402282006041004**





**KEMENTERIAN AGAMA RI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)  
RADEN INTAN LAMPUNG  
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN**

**Alamat : Jl. Letkol H Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung 35131 Telp. (0721) 703260**

**PENGESAHAN**

Skripsi dengan judul, **“STUDI LAMA PEMULIHAN PASCA ETIOLASI PADA TANAMAN C3”**. Disusun oleh **Sikhatun Ririn Abrianingsih, NPM.1011060126**.  
Jurusan **Pendidikan Biologi** telah diujikan dalam munaqasyah Fakultas Tarbiyah dan Keguruan pada Hari/Tanggal: **Rabu, 06 Juni 2018**.

**TIM DEWAN PENGUJI**

**Ketua : Dr. Bambang Sri Anggoro, M.Pd**

(.....  
*Bambang Sri Anggoro*

**Sekretaris : Supriyadi, M.Pd**

(.....  
*Jawa Aksara*

**Penguji Utama : Dwijowati Asih Saputri, M.Si**

(.....  
*Dwijowati Asih Saputri*

**Penguji Pendamping I : Drs. H. Alinis Ilyas, M.Ag**

(.....  
*Drs. H. Alinis Ilyas*

**Penguji Pendamping II : Marlina Kamelia, M.Sc**

(.....  
*Marlina Kamelia*

**Mengetahui  
Dekan Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan,**



**Prof. Dr. H. Chairul Anwar, M.Pd**  
**NIP.1956 0810 1987 03 1 001**



## MOTTO

وَأَيُّهُمْ الْأَرْضُ الْمَيِّتَةُ أَحْيَيْنَاهَا وَأَخْرَجْنَا مِنْهَا حَبًّا فَمِنْهُ يَأْكُلُونَ ﴿٣٣﴾

Artinya :

“ Dan suatu tanda (kekuasaan Allah yang besar) bagi mereka adalah bumi yang mati. Kami hidupkan bumi itu dan kami keluarkan dari padanya biji-bijian, maka dari padanya mereka makan”. (Al Quran, Yaasiin : 33).<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Albana Hasan, Al-quran terjemah ( yasin:33), Bogor: Sygma Examedia Arkanleema.hlm

## **PERSEMBAHAN**

Untaian kata tidak cukup untuk ungkapkan syukur yang tiada terkira, huruf demi huruf mampu terhimpun penuh makna segala puji hanya bagi Allah SWT.

Skripsi ini kupersembahkan teruntuk :

1. Wujud bakti ananda kepada ayahanda tercinta Asrori dan Ibundaku terkasih Misnah yang memberikan kasih sayang dengan tulus membesarkan dengan penuh keikhlasan senantiasa mendoakan dalam setiap untaian doanya.
2. Adik-adikku tercinta Ahmad Fuad Ghozali dan Muhammad Rizky Nur Fajri yang selalu menjadi semangat dalam proses pembuatan skripsi ini.
3. Almamaterku tercinta

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dengan nama Sikhatun Ririn Abrianingsih merupakan putri dari pasangan bapak Asrori dan ibu Misnah yang dilahirkan di desa Gunung Terang Kecamatan Air Hitam Kabupaten Lampung Barat pada tanggal 10 Nopember 1992 yang merupakan anak pertama dari 3 bersaudara.

Pendidikan yang telah penulis tempuh adalah SDN 01 Gunung Terang Lampung Barat, tamat tahun 2004. Kemudian penulis melanjutkan di MTs Al-Muhajirin Lampung Barat, tamat tahun 2007. Setelah itu melanjutkan di MA Nurul Azhar Bekasi tamat pada tahun 2010.

Pada tahun 2010 penulis melanjutkan pendidikan program sarjana 1 (S1) dan tercatat sebagai mahasiswa di Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung dengan mengambil Program Studi Biologi. Selama penulis menjadi mahasiswa UIN Raden Intan Lampung penulis aktif di Unit kegiatan Mahasiswa (UKM) Pramuka.

## KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, penulis selaku hamba Allah SWT senantiasa mengucapkan syukur kepada Allah SWT karena atas rahmat dan pertolongan-Nya sehingga senantiasa diberikan kekuatan dan bimbingan dalam menjalankan aktivitas sehari-hari sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “STUDI LAMA PEMULIHAN PASCA ETIOLASI PADA TANAMAN C3“. Shalawat teriring salam semoga tercurahkan kepada junjungan kita baginda besar Nabi Muhammad SAW, kepada keluarga, para sahabatnya dan kita selaku umatnya semoga amal ibadah yang kita laksanakan dari hari ke hari dari waktu ke waktu senantiasa dalam lingkaran sunahnya sehingga kita nantinya dengan izin Allah SWT akan mendapat syafa’at beliau di yaumul akhir kelak aamiin.

Adapun penyusunan skripsi ini untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan di Jurusan pendidikan Biologi, Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan Universitas Islam Negeri (UIN) Raden Intan Lampung.



Selama penyusunan skripsi ini, penyusun telah mendapat bimbingan dari berbagai pihak, maka dengan segala hormat dan kerendahan hati dalam kesempatan ini penulis haturkan banyak terima kasih yang setulus-tulusnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. H. Chairul Anwar, M.Pd selaku Dekan Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan yang memberi kemudahan dalam menyelesaikan skripsi
2. Bapak Dr. Bambang Sri Anggoro, M.Pd selaku Ketua Jurusan pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung, yang telah memberikan kemudahan dalam rangka penyelesaian studi di Jurusan Pendidikan Biologi.
3. Ibu Marlina Kamelia, M.Sc dan Bapak Drs. H. Alinis Ilyas, M.Ag selaku pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan memberikan pengarahan dengan penuh pengertian dan kesabaran.
4. Bapak dan Ibu dosen di lingkungan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, yang telah banyak mengamalkan ilmunya dengan penuh keikhlasan dan membimbingku selama proses pembelajaran.
5. Sahabat-sahabatku (Novri, Vina, Defi, Ina, Isna, Anissa, Riska) yang telah meluangkan waktunya untuk membantu pada saat penelitian.
6. Teman-teman seperjuangan Biologi angkatan 2010 yang telah memberi motivasi dan memberikan warna dalam sejarah hidupku selama perjalanan menjadi mahasiswa UIN Lampung.
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu oleh penulis, namun telah membantu penulis dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga segala amal baik yang telah diberikan kepada penulis oleh semua pihak, mendapat imbalan pahala yang setimpal oleh Allah SWT, khususnya bagi diri penulis.

B. Lampung, Februari 2018

Penulis,

SIKHATUN RIRIN ABRIANINGSIH  
NPM. 1011060126



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>v</b>
<b>PERSEMBAHAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GRAFIK .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah .....	9
C. Pembatasan Masalah.....	9
D. Perumusan Masalah.....	10
E. Tujuan dan Manfaat Penelitian .....	10
<b>BAB II LANDASAN TEORI .....</b>	<b>12</b>
A. Tinjauan Pustaka .....	12
1) Pertumbuhan dan Perkembangan .....	12
2) Faktor Yang Mempengaruhi Pertumbuhan Dan Perkembangan .....	14
a). Faktor Internal .....	14
b). Faktor Eksternal .....	15
3) Fotosintesis.....	17

4) Kloroplas .....	20
5) Etiolasi.....	23
6) Tanaman C3 .....	23
7) Kaitannya Dengan Pendidikan .....	27
B. Kaitannya dengan Pendidikan .....	28
C. Kerangka Pikir .....	30
D. Hipotesis .....	31

### **BAB III METODELOGI PENELITIAN ..... 32**

A. Tempat dan Waktu Penelitian .....	32
B. Alat Dan bahan .....	32
a) Alat .....	32
b). Bahan .....	32
C. Rancangan Percobaan .....	32
D. Prosedur penelitian.....	33
E. Teknik Pengumpulan Data.....	37
F. Teknik Analisis Data.....	37
G. Alur Penelitian .....	38

### **BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN ..... 40**

A. Hasil Penelitian .....	40
B. Pembahasan .....	52
C. Hasil Penelitian Sebagai Sumber belajar .....	58

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN ..... 60**

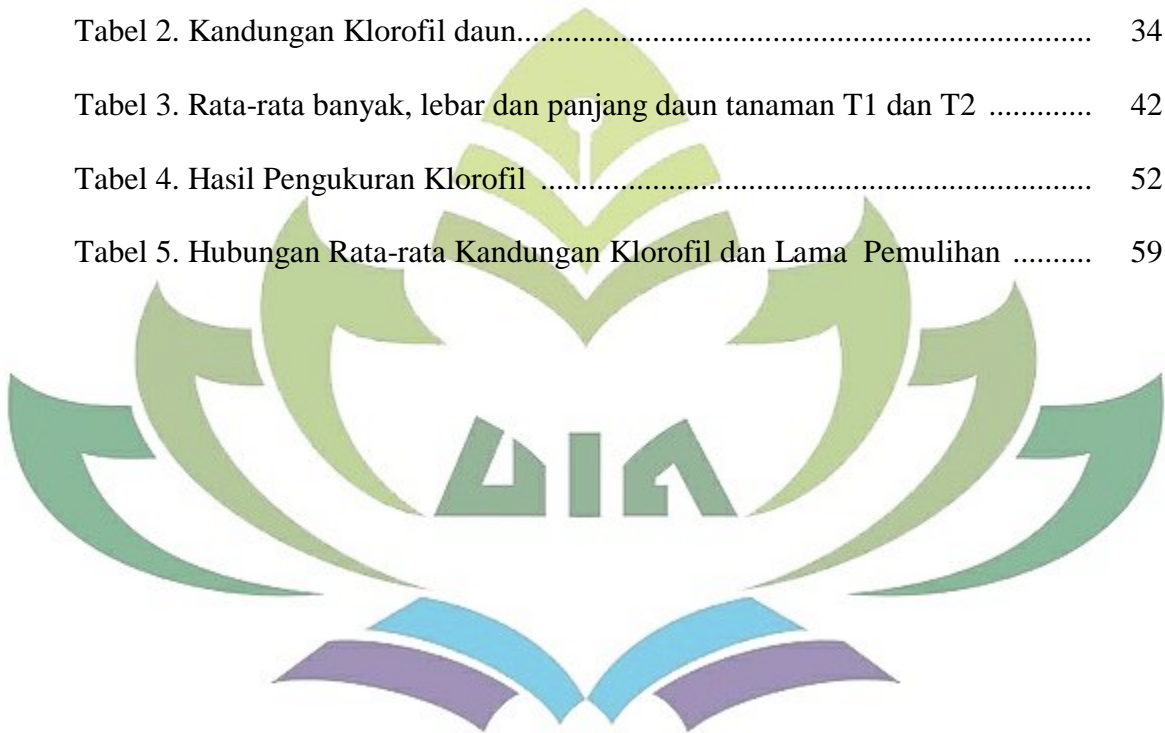
A. Kesimpulan .....	60
B. Saran .....	60

### **DAFTAR PUSTAKA ..... 62**



## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Data Absorbansi Larutan Klorofil .....	34
Tabel 2. Kandungan Klorofil daun.....	34
Tabel 3. Rata-rata banyak, lebar dan panjang daun tanaman T1 dan T2 .....	42
Tabel 4. Hasil Pengukuran Klorofil .....	52
Tabel 5. Hubungan Rata-rata Kandungan Klorofil dan Lama Pemulihan .....	59



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Proses Fotosintesis .....	18
Gambar 2. Tempat Berlangsungnya Fotosintesis.....	20
Gambar 3. Pembentukan Proplastid menjadi Kloroplas .....	22
Gambar 4. Hasil tanaman yang telah mengalami Etiolasi .....	45
Gambar 5. Tanaman dalam proses pemulihan hari pertama .....	46
Gambar 6. Tanaman dalam proses pemulihan hari kedua .....	47
Gambar 7. Tanaman dalam proses pemulihan hari ketiga .....	48
Gambar 8. Tanaman dalam proses pemulihan hari keempat .....	49
Gambar 9. Tanaman dalam proses pemulihan hari kelima .....	50
Gambar 10. Tanaman dalam proses pemulihan hari keenam .....	51
Gambar 11. Kloroplas and other plastid .....	56
Gambar 12. tanaman yang mengalami kerusakan klorofil.....	57



## DAFTAR GRAFIK

Grafik	Halaman
Grafik1. Rata-rata Pertumbuhan T1 (Kacang Tanah) .....	41
Grafik 2. Rata-rata Pertumbuhan T2 (Kacang Tanah) .....	41
Grafik 3. Rata-rata perbedaan tanaman normal dan etiolasi .....	43



## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang Masalah**

Pertumbuhan yaitu bertambahnya ukuran serta jumlah sel makhluk hidup, yang ditandai dengan bertambahnya ukuran makhluk hidup tersebut sedangkan perkembangan yaitu berubahnya sifat sel yang memiliki sifat lebih khusus, yang dipengaruhi oleh perubahan kimiawi dalam satu sel atau makhluk hidup tersebut. Perkembangan tidak dapat dinyatakan dengan ukuran, tetapi dinyatakan dalam bentuk perubahan fisik atau tingkat kedewasaan.

Pertumbuhan pada tumbuhan dimulai dengan perkecambahan biji. Selanjutnya ditandai dengan kecambah yang akan berkembang menjadi tumbuhan kecil yang sempurna, kemudian tumbuh membesar.<sup>1</sup> Pertumbuhan disebut dengan fase perkecambahan. Setelah fase perkecambahan, tumbuhan tersebut akan tumbuh menjadi akar, batang dan daun. Setelah tumbuhan memiliki daun yang sempurna maka, akar tumbuhan akan segera memiliki fungsi sebagai organ penyerap unsur-unsur hara dari media tanamannya.

Embrio disimpan dan juga dilindungi di dalam biji. Kemudian zat makanan yang diperlukan embrio akan dipenuhi oleh cadangan makanan dalam biji berupa keping

---

<sup>1</sup> A. Pratiwi dkk, *Biologi Untuk SMA Kelas XII*, (Jakarta : Erlangga 2007), h. 3

atau disebut juga kotiledon. Embrio yang berkembang pada tumbuhan berpembuluh merupakan awal diferensiasi yang dalam waktu singkat diferensiasi menjadi batang dan akar.<sup>2</sup> Berdasarkan jumlah keping maka tumbuhan berbiji tertutup dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu tumbuhan yang memiliki satu buah keping disebut monokotil, dan yang memiliki dua buah keping disebut dikotil.

Perkecambahan merupakan proses pertumbuhan dan perkembangan embrio serta komponen benih yang memiliki kemampuan untuk tumbuh secara normal menjadi tanaman-tanaman baru.<sup>3</sup> Tipe perkecambah ada dua, apabila keping benih terangkat ke atas permukaan tanah maka dinamakan perkecambahan epigeal dan jika keping benih tersebut tetap tinggal di bawah tanah maka perkecambahan disebut hipogeal. Biji poaceae memiliki tipe perkecambahan epigel karena benih terangkat di permukaan tanah

Suatu perkecambahan benih akan dimulai dengan proses penyerapan air oleh benih, kemudian kulit benih akan melunak atau hidrasi dari protoplasma. Diawali dengan kegiatan sel atau enzim serta tingkat respirasi benih akan meningkat. Kemudian perkecambahan akan mengalami proses penguraian pada karbohidrat, lemak dan protein menjadi bentuk-bentuk yang larut kemudian hasil penguraian akan ditranslokasikan ke titik-titik tumbuh. Asimilasi dari bahan-bahan yang sudah

---

<sup>2</sup> Suwasono Heddy, *Biologi Petanian, Tinjauan Singkat Tentang Anatomi, Fisiologi, Sistematika dan Genetika Dasar Tumbuh-tumbuhan*, (Jakarta : Rajawali Pers, h. 59)

<sup>3</sup> Ashari, S, *Hortikultura Aspek Budidaya*, (Jakarta : UI press, 2000), h. 1.



diuraikan untuk daerah meristematis agar menghasilkan energi yang akan digunakan pada kegiatan pembentukan komponen atau pertumbuhan sel yang baru. Pertumbuhan dari kecambah dimulai dengan proses pembelahan, pembesaran serta pembagian sel-sel pada titik yang akan tumbuh.<sup>4</sup>

Dalam Al-Quran surat yasin ayat 33 terkandung makna yang menjelaskan tentang perkecambahan :

وَأَيُّهُمْ هُمُ الْأَرْضُ الْمَيِّتَةُ أَحْيَيْنَاهَا وَأَخْرَجْنَا مِنْهَا حَبًّا فَمِنْهُ يَأْكُلُونَ ﴿٣٣﴾

Artinya : Dan suatu tanda (kekuasaan Allah yang besar) bagi mereka yaitu bumi yang mati. Maka kami hidupkan bumi itu dan kami keluarkan dari padanya biji-bijian, maka dari padanya mereka makan. (Al-Quran, yasin:33).<sup>5</sup>

Dijelaskan di dalam ayat ini bahwa kekuasaan Allah SWT yang menghidupkan bumi dengan cara menumbuhkan tumbuhan. “dan kami keluarkan dari padanya biji-bijian”. Maksudnya biji-bijian yang awalnya ada dalam tanah dengan bantuan air, akan berkecambah dan keluar dari permukaan bumi. Lalu akan tumbuh berbagai macam tumbuhan sesuai dengan asal dan jenis dari biji tersebut.

Banyak faktor yang menjadi penyebab dari perkembangan atau pertumbuhan tumbuhan, tanaman, pohon, dll. Dan jika faktor tersebut kebutuhannya tidak

<sup>4</sup> Listiani Budi Utami, *Fisiologi Tumbuhan II*, (Yogyakarta : Universitas Ahmad Dahlan, 2004), h. 4.

<sup>5</sup> Albana Hasan, *Al-quran terjemah ( yasin:33)*, (Bogor : Sygma Examedia Arkanleema), h. 440

tercukupi maka tumbuhan itu akan mengalami dormansi/dorman yaitu berhenti untuk melakukan aktifitas hidup. Faktor yang sangat berpengaruh tersebut diantaranya ialah cahaya.

Tanpa adanya cahaya dari matahari tumbuhan hijau tidak akan mungkin bertahan hidup dalam jangka waktu yang lama, sebab cahaya matahari ialah sumber energi yang amat penting dalam melaksanakan fotosintesis. Dari proses ini akan dihasilkan zat makanan yang berpengaruh besar terhadap proses pembelahan sel.

Fotosintesis merupakan proses sintesis karbohidrat menggunakan energi pada matahari yang ditangkap melalui reaksi kompleks dan melibatkan banyak molekul mikro dan makro. Proses tersebut merupakan cara tumbuhan membuat makanan. Karbohidrat dibentuk dari molekul kecil yang digambarkan dengan persamaan dasar sebagai berikut :



Selain karbohidrat proses ini juga merupakan proses yang menghasilkan oksigen sehingga alam dapat mencapai keseimbangan oksigen. Fotosintesis ialah proses pembentukan karbohidrat dari karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) dengan bantuan cahaya matahari. Fotosintesis dapat dilakukan oleh tumbuhan karena tumbuhan mempunyai sel yang mengandung klorofil atau zat hijau daun. Dalam teori yang

---

<sup>6</sup> Abdul Hamid A. Toha, *Biokimia : Metabolisme Biomolekul*, (ISBN: 979-8433-51-1, Alfabet), h. 93

ditemukan pada fotosintesis, klorofil atau yang disebut zat hijau daun akan menyerap cahaya matahari kemudian akan diurai menjadi energi kimia lalu akan disimpan dalam bentuk karbohidrat serta senyawa organik lainnya.<sup>7</sup>

Klorofil atau yang sering disebut zat hijau daun yaitu pigmen hijau yang terdapat dalam kloroplas. Energi cahaya yang telah diserap oleh klorofil inilah yang menggerakkan nantinya akan sintesis molekul makanan di dalam kloroplas. Kloroplas paling banyak dijumpai dalam sel mesofil, yaitu jaringan yang terdapat pada bagian dalam daun.<sup>8</sup> Kloroplas dimiliki hampir pada semua bagian yang memiliki warna hijau pada tumbuhan, termasuk batang dan juga buah yang belum matang. Namun daun merupakan tempat berlangsungnya fotosintesis yang paling utama, pada sebagian besar tumbuhan. Dalam tiap millimeter persegi permukaan daun terdapat kira-kira setengah juta kloroplas. Sehingga dapat dipastikan bahwa dedaunan merupakan organ utama fotosintesis pada tumbuhan.

Kloroplas berasal dari proplastid kecil (plastid yang belum dewasa, kecil dan hampir tidak memiliki warna, dengan sedikit dan tanpa membran dalam). Sel telur yang tidak terbuahi, karena sperma tidak berperan disinilah yang merupakan cikal bakal terbentuknya proplastid. Proplastid akan membelah pada saat embrio berkembang, lalu menjadi kloroplas ketika daun dan batang itu terbentuk.<sup>9</sup> Pembentukan kloroplas

---

<sup>7</sup> Wawang Armansyah, *Biologi Sel*, (Jakarta : 2009), h. 23

<sup>8</sup> Neil A. Campbell, Jane B. Reece, dkk, *Biologi Edisi Kelima Jilid 1*, (Jakarta : Erlangga, 2002), h.183.

<sup>9</sup> Salisbury Frank. B. *Fisiologi Tumbuhan Jilid 2 Biokimia Tumbuhan*. (Bandung : ITB Bandung, 1995), h. 28



dipengaruhi antara lain oleh gen, maka dapat disimpulkan bahwa jika gen tidak terdapat pada kloroplas maka tanaman tersebut tidak akan memiliki kloroplas. Cahaya, beberapa tanaman dalam proses pembentukan kloroplas memerlukan cahaya, dengan kata lain klorofil akan terbentuk jika tanaman mendapatkan cahaya yang cukup. Tetapi kita tahu bahwa tanaman mempunyai sifat adaptif terhadap lingkungan, ketika tanaman tersebut mendapatkan cahaya cukup maka kloroplas akan terbentuk, tetapi jika tanaman mendapatkan cahaya yang kurang maka kloroplas tidak terbentuk atau proplastid tidak akan membentuk kloroplas melainkan membentuk etioplas. Etioplas adalah plastid yang dimiliki oleh tumbuhan yang hanya mengalami etiolasi.

Di dalam tumbuhan terdapat hormon sitokinin, sitokinin berperan memacu pembelahan sel atau pembentukan organ, menunda penuaan dan juga meningkatkan aktifitas wadah penampung hara, memacu pertumbuhan kuncup tumbuhan dikotil, memacu perkembangan etioplas menjadi kloroplas, kemudian memacu pembesaran pada sel kotiledon dan daun dikotil. Efek pemberian sitokinin pada daun dan kotiledon yang teretiolasi selama beberapa jam sebelum diberi cahaya akan menghasilkan 2 efek utama yakni : meningkatkan laju dalam pembentukan klorofil. Kedua efek tersebut muncul karena sitokinin mendorong terbentuknya protein dari tempat klorofil menempel dan memacu perkembangan etioplast menjadi kloroplast (khususnya dengan mendorong pembentukan grana). Diduga peningkatan perkembangan kloroplas pada daun merupakan cara kerja sitokinin endogen dengan cara yang sama. Mekanisme kerja sitokinin yaitu dengan cara mengikat klorofil a dan b inilah yang akan mengaktifkan sintesis protein.

Ketika klorofil terbentuk di dalam tanaman, maka proses fotosintesis ini akan dapat berlangsung, berdasarkan fotosintesis, maka tanaman dapat dibedakan menjadi 3 yaitu tanaman C3, C4 dan CAM (crassulacean acid metabolism). Perbedaan yang mendasar antara tanaman tipe C3, C4 dan CAM yaitu terdapat pada reaksi yang ada di dalamnya. Yang dimana produk awal reduksi adalah  $\text{CO}_2$  (fiksasi  $\text{CO}_2$ ) adalah asam 3-fosfoglisarat atau PGA merupakan tipe tanaman C3, Pada tanaman tipe C4 produk awal reduksi  $\text{CO}_2$  (fiksasi  $\text{CO}_2$ ) yaitu asam oksaloasetat, malat, aspartat (hasilnya berupa asam-asam berkarbon 4) Sedangkan pada tumbuhan tipe CAM yang menjadi ciri ialah laju transpirasinya sangat rendah karena memiliki daun yang tebal. Tanaman tipe CAM juga memiliki ciri pada saat malam hari stomatanya akan membuka. Pati diuraikan melalui proses glikolisis sekaligus membentuk PEP.  $\text{CO}_2$  yang masuk setelah bereaksi dengan air seperti tanaman C4 akan difiksasi oleh PEP lalu diubah menjadi malat. Malat akan berdifusi secara pasif dan keluar dari vakuola pada siang hari kemudian mengalami dekarboksilasi. Lalu pada malam hari tanaman ini mengalami daur Hatch dan Slack proses yang sama seperti tanaman C4

Fotosintesis pada tumbuhan tipe C3 sering dibatasi oleh tingkat  $\text{CO}_2$  atmosfer, tapi tanaman C4 dibatasi sedikit saja oleh  $\text{CO}_2$  sebab ketika asam malat atau asam aspartat diangkut ke dalam sel tersebut tumbuhan ini secara efektif akan memompa  $\text{CO}_2$  ke seludang berkas,. Pemompaan ini menimpun  $\text{CO}_2$  di seludang berkas yang digunakan dalam daun Calvin, sehingga  $\text{CO}_2$  tidak membatasi fotosintesis pada tanaman C4 jika dibandingkan pada tanaman C3. Pada suhu tinggi,  $\text{CO}_2$  kurang larut

di dalam air kloroplas, sehingga lebih menurunkan fotosintesis pada tumbuhan C3 dibandingkan dengan tumbuhan C4. Efisiensi fotosintesis yang rendah pada sebagian besar tanaman C3 terutama disebabkan oleh hilangnya sebagian dari  $\text{CO}_2$  yang ditambat dengan meningkatnya cahaya; kehilangan ini terjadi pada fenomena yaitu yang dapat disebut fotorespirasi.<sup>10</sup>

Beberapa ahli menduga bahwa fotorespirasi merupakan cara menghilangkan ATP dan juga NADPH (atau feredoksin-tereduksi) yang akan dihasilkan pada tingkat cahaya yang sangat tinggi. Karena baik ATP maupun NADPH diperlukan untuk menghasilkan kembali RuBP dari 3-PGA yang dibentuk selama penambatan  $\text{O}_2$ . Maka keadaan molekul itu pasti digunakan pada fotorespirasi tanpa ada penambatan  $\text{CO}_2$ . Penggunaan ‘daya pereduksi’ ini mungkin mampu mencegah tingkat cahaya yang sangat tinggi untuk tidak merusak pigmen kloroplas.<sup>11</sup>

Dari uraian tersebut maka dapat diambil kesimpulan bahwa fotorespirasi penting terjadi pada tumbuhan C3 agar tidak merusak pigmen kloroplas yang nanti akan berdampak pada proses fotosintesis. Ketika kloroplas rusak atau tanaman mengalami etiolasi maka tumbuhan tidak akan mampu melakukan fotosintesis. Tumbuhan hijau tidak mungkin mampu bertahan hidup dalam jangka waktu yang lama ketika fotosintesis tidak terjadi, karena zat-zat makanan yang berpengaruh besar pada pembelahan sel dihasilkan dari proses fotosintesis. Berkaitan dengan itu, maka perlu diadakan penelitian tentang “studi lama pemulihan pasca etiolasi pada tanaman C3”

---

<sup>10</sup> *Ibid*, h. 53

<sup>11</sup> *Ibid*, h. 56



## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan pada latar belakang masalah di atas, ada beberapa masalah yang dapat penulis identifikasi sebagai berikut :

1. Kurang luasnya pengetahuan peserta didik kelas XII IPA pada materi pertumbuhan dan perkembangan tentang pemulihan pasca etiolasi pada tanaman terlebih pada tanaman C3.
2. Kurang luasnya pengetahuan peserta didik kelas XII IPA tentang waktu yang dibutuhkan tumbuhan agar dapat kembali normal pasca etiolasi.
3. Kurang luasnya pengetahuan peserta didik kelas XII IPA tentang tanaman C3 antara kacang tanah dan kacang merah yang lebih cepat pulih ke kondisi normal.
4. Kurang luasnya pengetahuan peserta didik kelas XII IPA tentang apa yang memicu pemulihan tersebut.

## **C. Pembatasan Masalah**

Agar pembahasan dapat fokus dan mencapai apa yang diharapkan, maka permasalahan penelitian hanya pada :

1. Objek penelitian yang akan diteliti adalah pemulihan pasca etiolasi pada tanaman C3
2. Studi yang akan diamati dalam penelitian ini adalah waktu yang dibutuhkan pada pemulihan pasca etiolasi pada tanaman C3.

3. Parameter yang diteliti yaitu tinggi tanaman, warna daun, tebal daun, panjang daun, banyak daun serta kandungan klorofil pada tanaman sebelum dan sesudah etiolasi.

#### **D. Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Apakah tumbuhan dapat kembali normal setelah mengalami etiolasi?
2. Berapa lama waktu yang dibutuhkan tumbuhan agar dapat kembali normal pasca etiolasi?
3. Tanaman C3 mana di antara kacang tanah dan kacang merah yang paling cepat pulih ke kondisi normal?
4. Apa yang memicu pemulihan tersebut?

#### **E. Tujuan dan Manfaat Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui apakah tumbuhan dapat kembali tumbuh normal setelah mengalami etiolasi.
2. Mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan agar tumbuhan dapat kembali normal setelah mengalami etiolasi.
3. Mengetahui tanaman C3 mana di antara kacang tanah dan kacang merah yang paling cepat pulih pasca etiolasi.

4. Mengetahui faktor yang mempengaruhi pemulihan.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat untuk :

1. Sebagai sumber pengetahuan bagi peserta didik pada bab pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan kelas XII semester ganjil.
2. Memberikan informasi tentang pengaruh cahaya terhadap perkecambahan tumbuhan C3
3. Memberikan informasi apakah tumbuhan yang telah mengalami etiolasi dapat kembali kepada pertumbuhan normal.
4. Memberikan informasi tentang cara tumbuhan agar dapat kembali normal pasca etiolasi.
5. Memberikan informasi tentang lama waktu yang dibutuhkan agar tumbuhan dapat kembali normal setelah mengalami etiolasi.
6. Memberikan informasi tanaman C3 mana di antara kacang tanah dan kacang merah yang paling cepat pulih ke kondisi normal pasca etiolasi.
7. Memberikan informasi tentang kandungan klorofil yang terdapat pada tumbuhan kacang-kacangan dan faktor yang mempengaruhi lama pemulihan ke kondisi normal pasca etiolasi.
8. Sebagai sumber data bagi peneliti dalam menyusun skripsi yang merupakan salah satu syarat untuk menempuh ujian sarjana dan dapat menambah wawasan peneliti.



## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### A. Tinjauan Pustaka

##### 1. Pertumbuhan dan perkembangan

Pertumbuhan merupakan suatu proses pertambahan berat (biomassa) tubuh yang bersifat tidak dapat balik (irreversible). Gejala tumbuh dapat diukur dari pertambahan panjang, tinggi, atau berat tumbuh yang disebut dengan sifat kuantitatif. Selain tumbuh, makhluk hidup juga mengalami perkembangan. Kedua proses tersebut berjalan beriringan. Adanya perkembangan dapat dilihat dari adanya perubahan kemampuan aktivitas tubuh menuju kedewasaan. Perkembangan makhluk hidup bersifat kualitatif.<sup>1</sup>

Sebagian besar hewan sebagai pembanding, ditandai oleh pertumbuhan yang terbatas yaitu: hewan akan berhenti tumbuh setelah mencapai suatu ukuran tertentu. Sementara tumbuhan yang utuh umumnya memperlihatkan pertumbuhan tidak terbatas, organ tumbuhan tidak tertentu, seperti daun dan bunga, memperlihatkan pertumbuhan yang terbatas.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Suyitno, dan Sukirman, *Eksplorasi Biologi SMP kelas VII*, ( ISBN : 978-979-746-112-6 : Yudhistira), h. 47

<sup>2</sup> Neil A. Campbell, Jane B. Reece, dkk, *Biologi Edisi Kelima Jilid 2*, (Jakarta : Erlangga, 2003), h. 303.

Pertumbuhan pada tumbuhan dimulai dengan perkecambahan biji. Selanjutnya perkembangan tumbuhan ditandai dengan kecambah berkembang menjadi tumbuhan kecil yang sempurna, yang kemudian tumbuh membesar. Untuk tumbuh memanjang. Pertumbuhan dibedakan menjadi 2 macam yaitu:

- a. Pertumbuhan Primer. Pertumbuhan primer terjadi pada embrio, ujung akar, dan ujung batang. Zigot sebagai hasil pembuahan sel telur oleh sel kelamin jantan akan tumbuh dan berkembang menjadi embrio. Kumpulan sel yang membentuk embrio ini disebut jaringan embrional atau jaringan meristem.

Embrio tersimpan dan terlindungi dalam biji. Zat makanan yang diperlukan embrio ini dipenuhi oleh cadangan makanan dalam biji, yang berupa keping atau kotiledon. Embrio yang berkembang pada tanaman berpembuluh merupakan awal diferensiasi yang dalam waktu singkat diferensiasi menjadi batang dan akar.<sup>3</sup> Berdasarkan jumlah kepingnya, tumbuhan berbiji tertutup dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu tumbuhan yang hanya memiliki satu buah kotiledon, disebut monokotil, dan yang memiliki dua buah kotiledon disebut dikotil.

- b. Pertumbuhan Sekunder. Setelah meristem primer membentuk jaringan permanen, kemudian meristem sekunder mengalami pertumbuhan sekunder, yang meningkatkan diameter dan panjangnya. Pertumbuhan sekunder terjadi

---

<sup>3</sup> Suwasono Heddy, *Biologi Petanian, Tinjauan Singkat Tentang Anatomi, Fisiologi, Sistematika dan Genetika Dasar Tumbuh-tumbuhan*, (Jakarta : Rajawali Pers), h. 59

pada semua gimnosperma. Pada angiosperma pertumbuhan sekunder berlangsung pada sebagian besar spesies dikotil tetapi jarang pada spesies monokotil.<sup>4</sup>

## **2. Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan**

### **a. Faktor Internal**

Faktor internal adalah faktor yang berasal dalam tubuh tumbuhan sendiri yang berpengaruh terhadap pertumbuhan. Faktor itu dibedakan menjadi dua, yakni faktor intrasel dan intersel. Yang termasuk faktor intrasel adalah sifat menurun atau faktor hereditas, sedangkan yang termasuk faktor intersel adalah hormon.

#### **1) Sifat Menurun atau Hereditas.**

Ukuran dan bentuk tubuh tumbuhan banyak dipengaruhi oleh sifat menurun atau sifat hereditas. Sifat tersebut adalah gen, yang dalam setiap kromosom yang ada di dalam inti sel.

#### **2) Hormon.**

Hormon merupakan substansi kimia yang sangat aktif, yang tersusun atas protein. Hormon yang mempengaruhi tumbuhan ini sering disebut juga zat tumbuh.

---

<sup>4</sup> Neil A. Campbell, Jane B. Reece, *Op. Cit.* h. 311.

## **b. Faktor Eksternal**

Faktor luar yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan adalah faktor lingkungan, misalnya, air, temperatur, kelembaban dan cahaya.

### **1) Air**

Air berpengaruh terhadap pertumbuhan karena fungsinya dalam metabolisme sangat besar. Air juga akan menentukan kecepatan reaksi biokimia dalam sel. Berubahnya kadar air sel akan mempengaruhi kadar hormon di dalam tubuh tumbuhan.

### **2) Temperatur**

Pertumbuhan pada dasarnya sangat peka terhadap perubahan temperatur. Selain berpengaruh pada kerja enzim, temperatur juga mempengaruhi kerja gen, yaitu menghambat pada temperatur rendah. Selain tinggi rendahnya temperatur, perubahan temperatur secara teratur juga berpengaruh terhadap pertumbuhan. Respons tumbuhan terhadap perubahan temperatur lingkungannya sangat bervariasi. Temperatur ideal yang diperlukan tumbuhan sehingga pertumbuhan dan perkembangan berlangsung baik, disebut temperatur optimum. Temperatur optimum ini pun bervariasi menurut jenis tumbuhannya. Di daerah tropis, temperatur optimum tumbuhan pada umumnya berkisar antara 22 - 37 derajat celsius.



### 3) Kelembaban

Tanah dan udara yang lembab berpengaruh terhadap pertumbuhan. Pada keadaan lembab, banyak air yang diserap oleh tumbuhan dan sedikit penguapan yang terjadi sehingga mengakibatkan pertumbuhan menjadi cepat.

### 4) Cahaya

Tanpa adanya cahaya, tumbuhan hijau tidak mungkin mampu bertahan hidup untuk jangka waktu yang lama, sebab cahaya khususnya cahaya matahari merupakan sumber energi yang amat penting untuk melaksanakan fotosintesis. Proses ini menghasilkan zat makanan yang berpengaruh besar terhadap pembelahan sel.

Intensitas cahaya dan panjang sinar yang mengenai tumbuhan tidaklah sama sepanjang hari atau sepanjang tahun. Ternyata panjang sinar dan intensitas cahaya memberikan pengaruh terhadap proses pertumbuhan dan perkembangan. Respons tumbuhan terhadap panjang penyinaran dan intensitas cahaya disebut fotoperiodisme. Fotoperiodisme dikendalikan oleh pigmen yang mengabsorpsi warna, disebut fitokrom. Respons fotoperiodik yang tampak adalah pada peristiwa dormansi, pembuangan, perkecambahan, perkembangan batang, dan akar.

Cahaya berperan sangat besar pada pertumbuhan melalui berbagai proses, baik karena intensitasnya (kekuatan sinarnya), kualitasnya (panjang gelombangnya) serta lama penyinarannya.<sup>5</sup>

### 3. Fotosintesis

Fotosintesis adalah proses sintesis karbohidrat menggunakan energi matahari yang ditangkap melalui reaksi kompleks dan melibatkan banyak molekul mikro dan makro. Proses ini merupakan cara tumbuhan membuat makanan. Karbohidrat terbentuk dari molekul kecil dari persamaan dasar sebagai berikut :



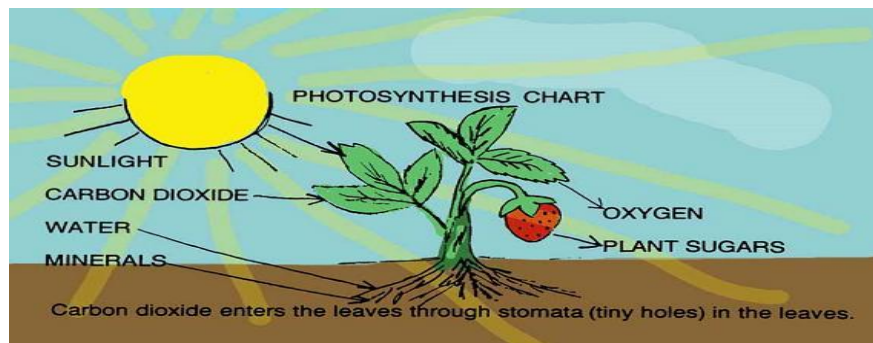
Selain karbohidrat proses ini juga menghasilkan oksigen sehingga tercapai keseimbangan oksigen di alam. Fotosintesis merupakan proses pembentukan karbohidrat dari karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) dengan bantuan sinar matahari. Tumbuhan mampu melakukan fotosintesis karena mempunyai sel-sel yang mengandung klorofil (zat hijau daun). Dalam penemuan fotosintesis, energi cahaya matahari diserap oleh klorofil dan diubah menjadi energi kimia yang disimpan dalam bentuk karbohidrat atau senyawa organik lainnya.<sup>7</sup>

---

<sup>5</sup>. Listiatie Budi Utami, *Fisiologi Tumbuhan II*, (Yogyakarta : Universitas Ahmad Dahlan, 2004), h. 33

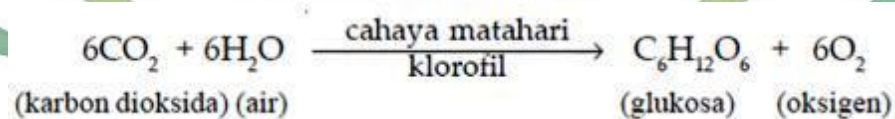
<sup>6</sup> Abdul Hamid A. Toha, *Biokimia : Metabolisme Biomolekul*, (ISBN: 979-8433-51-1 : Alfabet), h. 93

<sup>7</sup> Wawang Armansyah, *Biologi Sel*, (Jakarta, 2009), h. 23



**Gambar 1. Proses fotosintesis**

Di dalam tumbuhan karbohidrat diubah menjadi protein, lemak, vitamin, atau senyawa yang lain. Senyawa-senyawa organik ini selain dimanfaatkan oleh tumbuhan itu sendiri, juga dimanfaatkan oleh manusia dan hewan herbivora sebagai bahan makanan. Fotosintesis melibatkan banyak reaksi kimia yang kompleks. Secara sederhana, reaksi kimia yang terjadi pada proses fotosintesis dapat dituliskan sebagai berikut :



Dari reaksi di atas, dapat diketahui syarat-syarat agar berlangsung proses fotosintesis, yaitu sebagai berikut.

- Karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), diambil oleh tumbuhan dari udara bebas melalui stomata (mulut daun).
- Air, diambil dari dalam tanah oleh akar dan diangkut ke daun melalui pembuluh kayu (xilem).
- Cahaya matahari.

- Klorofil (zat hijau daun), sebagai penerima energi dari cahaya matahari untuk melangsungkan proses fotosintesis.<sup>8</sup>

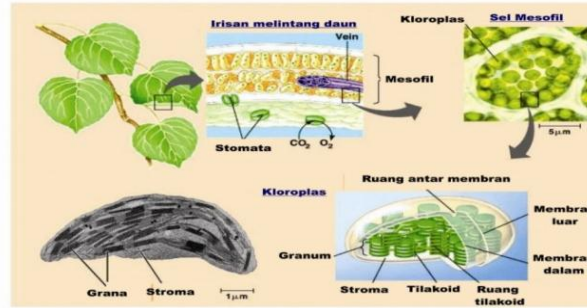
Hasil dari fotosintesis berupa glukosa akan diedarkan ke seluruh tubuh tumbuhan melalui pembuluh tapis (floem) yang disimpan sebagai cadangan makanan, baik disimpan di akar, batang, daun, maupun disimpan dalam bentuk buah. Serta hasil fotosintesis berupa oksigen akan dilepaskan ke lingkungan, dan digunakan oleh hewan dan manusia dalam proses respirasi.

Semua bagian tumbuhan yang berwarna hijau memiliki kloroplas sebagai tempat berlangsungnya fotosintesis. Namun, organ utama fotosintesis adalah daun. Di bagian daun (pembuluh) terdapat bagian yang disebut mesofil. Pada mesofil terdapat jaringan tiang (palisade) dan jaringan bunga karang (spons) yang banyak terdapat kloroplas. Kloroplas merupakan tempat fotosintesis pada tumbuhan. Kloroplas mengandung pigmen klorofil dan mempunyai membran rangkap (membran luar dan membran dalam). Klorofil merupakan pigmen warna hijau yang menangkap energi cahaya dan mengubahnya menjadi energi kimia. Di dalam kloroplas terdapat stroma, tilakoid (kantong membran pipih di dalam kloroplas) dan grana (tumpukan tilakoid).

---

<sup>8</sup> *Ibid*, h. 23





**Gambar 7 Organel tempat berlangsungnya fotosintesis**  
(Sumber: Campbell, et al., 1999)

**Gambar 2. Tempat berlangsungnya fotosintesis**

#### 4. Kloroplas

Kloroplas merupakan plastid yang mengandung pigmen hijau yang disebut klorofil. Kloroplas sebagaimana jenis plastid yang lainnya hanya terdapat pada sel tumbuhan. Kloroplas terbungkus oleh membrane ganda, dimana membrane sebelah dalam (internal) tidak berlipat-lipat seperti halnya membrane internal mitokondria.

Seluruh jenis plastid, termasuk kloroplas, diperkirakan berasal dari proplastid, yakni suatu organel yang tidak berwarna dan dapat dijumpai pada sel tumbuhan yang tumbuh di tempat gelap maupun terang. Proplastid berukuran lebih kecil dari kloroplas dengan sedikit atau tanpa membrane internal. Proplastid membelah diri saat embrio biji berkembang. Pada saat daun atau batang terbentuk, maka proplastid akan berkembang menjadi kloroplas. Kloroplas muda (yang terbentuk) juga aktif membelah diri, terutama jika mendapat cukup cahaya.<sup>9</sup>

<sup>9</sup> Benyamin Lakitan, *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*, (Jakarta : Rajawali Pres), h. 12

Di dalam kloroplas terdapat pigmen warna hijau yang disebut dengan klorofil. Energi cahaya yang diserap klorofil inilah yang menggerakkan sintesis molekul makanan dalam kloroplas. Kloroplas ditemukan terutama dalam sel mesofil, yaitu jaringan yang terdapat di bagian dalam daun.<sup>10</sup> Semua bagian yang berwarna hijau pada tumbuhan, termasuk batang hijau dan buah yang belum matang, memiliki kloroplas, tetapi daun merupakan tempat utama berlangsungnya fotosintesis pada sebagian besar tumbuhan. Terdapat kira-kira setengah juta kloroplas tiap millimeter persegi permukaan daun. Sehingga dapat dipastikan dedaunan merupakan organ utama fotosintesis pada tumbuhan.

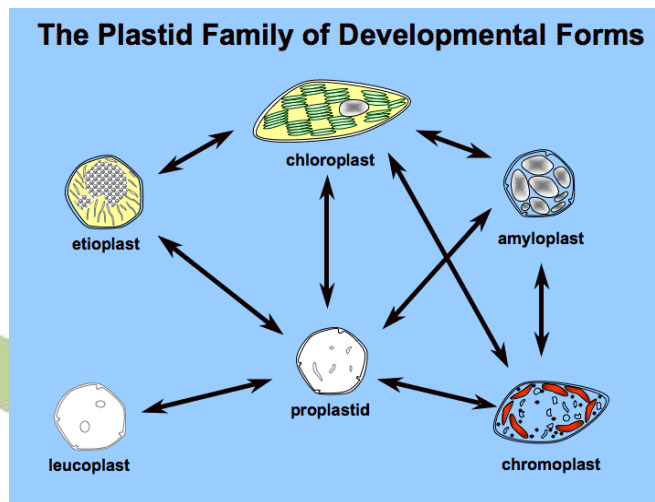
Kloroplas berasal dari proplastid kecil (plastid yang belum dewasa, kecil dan hampir tak berwarna, dengan sedikit atau tanpa membran dalam). Pada umumnya proplastid berasal hanya dari sel telur yang tak terbuahi, sperma tak berperan disini. Proplastid membelah pada saat embrio berkembang, dan berkembang menjadi kloroplas ketika daun dan batang terbentuk.<sup>11</sup> Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pembentukan kloroplas antara lain gen, bila gen untuk kloroplas tidak ada maka tanaman tidak akan memiliki kloroplas. Cahaya, beberapa tanaman dalam pembentukan kloroplas memerlukan cahaya, dengan kata lain klorofil akan terbentuk jika tanaman mendapatkan cahaya yang cukup. Tetapi kita tahu bahwa tanaman mempunyai sifat adaptif terhadap lingkungan, ketika tanaman tersebut mendapatkan cahaya yang cukup maka kloroplas akan

---

<sup>10</sup> Neil A. Campbell, Jane B. Reece, dkk, *Op. Cit.* h. 183.

<sup>11</sup> Salisbury, Frank.B. *Op.Cit.* h. 28

terbentuk, tetapi jika tanaman tersebut mendapatkan cahaya yang kurang maka kloroplas tidak terbentuk atau proplastid tidak akan membentuk kloroplas melainkan membentuk etioplas. Etioplas adalah plastid yang hanya dimiliki oleh tumbuhan yang mengalami etiolasi.



**Gambar 3. Pembentukan proplastid menjadi kloroplas**

Kloroplas ditemukan terutama dalam sel mesofil daun, yaitu sel-sel jaringan palisade dan sel-sel jaringan spons. Kloroplas berbentuk selubung dengan membrane ganda yang melingkupi stroma. Stroma tersekat-sekat oleh adanya membrane yang membentuk tilakoid, dan di dalam tilakoid terdapat tumpukan grana. Klorofil terdapat di dalam protein integral membrane tilakoid. Dilihat dari strukturnya, kloroplas terdiri atas membran ganda yang melingkupi ruangan yang berisi cairan yang disebut stroma. Membran tersebut membentuk suatu sistem membran tilakoid yang berwujud sebagai suatu bangunan yang disebut kantung tilakoid. Kantung-kantung tilakoid tersebut dapat berlapis-lapis dan membentuk

apa yang disebut grana Klorofil terdapat pada membran tilakoid dan pengubahan energi cahaya menjadi energi kimia berlangsung dalam tilakoid, sedang pembentukan glukosa sebagai produk akhir fotosintesis berlangsung di stroma.<sup>12</sup>

## 5. Etiolasi

Etiolasi adalah pertumbuhan tumbuhan yang sangat cepat di tempat gelap namun kondisi tumbuhan lemah, batang tidak kokoh, daun kecil dan tumbuhan tampak pucat. Gejala etiolasi terjadi karena ketiadaan cahaya matahari. Kloroplas yang tidak terkena matahari disebut etioplas. Kadar etioplas yang terlalu banyak menyebabkan tumbuhan menguning.

Intensitas cahaya menentukan suhu daun dan keseimbangan air. Berhubungan erat dengan aktifitas fotosintesis dan transpirasi, sehingga secara langsung akan berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman seperti pemanjangan batang dan pembentangan daun.<sup>13</sup> Intensitas cahaya yang tinggi dapat menyebabkan pertumbuhan batang yang pendek. Intensitas cahaya yang rendah menyebabkan etiolasi.

---

<sup>12</sup> Tomy Anugrah Pratama, *Laporan Praktikum Fisiologi Tumbuhan*, Fotosintesis, Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Andalas (Padang : Universitas Andalas, 2009)

<sup>13</sup> Sri Darmanti, Yulia Nurchayati, dkk, *Produksi Biomassa Tanaman Nilam (Pogostemon Cablin) yang Ditanam Pada Intensitas Cahaya Yang Berbeda, Jurnal Penelitian Biologi Struktur Dan Fungsi Tumbuhan Jurusan Biologi FMIPA UNDIP*, (Semarang : FMIPA UNDIP)



## 6. Tanaman C3

Berdasarkan jalur fotosintesis, tanaman dibedakan menjadi 3 yaitu tanaman C3, C4 dan CAM (crassulacean acid metabolism). Perbedaan yang mendasar antara tanaman tipe C3, C4 dan CAM adalah pada reaksi yang terjadi di dalamnya. Yang dimana pada tanaman yang bertipe C3 produk awal reduksi  $\text{CO}_2$  (fiksasi  $\text{CO}_2$ ) adalah asam 3-fosfoglisarat atau PGA, Pada tanaman tipe C4 yang menjadi cirinya adalah produk awal reduksi  $\text{CO}_2$  (fiksasi  $\text{CO}_2$ ) adalah asam oksaloasetat, malat, aspartat (hasilnya berupa asam-asam yang berkarbon 4) Sedangkan pada tanaman tipe CAM yang menjadi ciri mendasarnya adalah memiliki daun yang cukup tebal sehingga laju transpirasinya rendah. Stomatanya membuka pada malam hari. Pati diuraikan melalui proses glikolisis dan membentuk PEP.  $\text{CO}_2$  yang masuk setelah bereaksi dengan air seperti tanaman C4 difiksasi oleh PEP dan diubah menjadi malat. Pada siang hari malat berdifusi secara pasif keluar dari vakuola dan mengalami dekarboksilasi. Melakukan proses yang sama dengan tanaman C4 pada malam hari yaitu daur Hatch dan Slack.

Fotosintesis pada tumbuhan C3 sering dibatasi oleh tingkat  $\text{CO}_2$  atmosfer, tapi tumbuhan C4 dibatasi sedikit saja oleh  $\text{CO}_2$  sebab tumbuhan ini secara efektif memompa  $\text{CO}_2$  ke seludang berkas, ketika asam malat atau asam aspartat diangkut ke dalam sel tersebut. Pemompaan ini menimbun  $\text{CO}_2$  di seludang berkas yang akan digunakan dalam daun Calvin, sehingga  $\text{CO}_2$  tidak terlalu membatasi fotosintesis pada tumbuhan C4 dibandingkan pada tumbuhan C3.

Pada suhu tinggi,  $\text{CO}_2$  kurang larut dalam air kloroplas, sehingga lebih menurunkan fotosintesis pada tumbuhan C3 dibandingkan dengan tumbuhan C4. tanaman C4 lebih efektif 60-70 kali dari tanaman C3.<sup>14</sup> Pada tumbuhan C4 dan CAM, mampu dengan efektif mengubah glikolat menjadi senyawa-senyawa karbon lainnya, tidak mengevolusi oksigen darinya pada temperature manapun dan jelas tidak memiliki oksidasi. Pada tanaman C4 dan CAM, titik kompensasi karbondioksida (harga keseimbangan karbondioksi di dalam ruangan tertutup) dapat diabaikan.<sup>15</sup>

Efesiensi fotosintesis yang rendah pada sebagian besar tumbuhan C3 terutama disebabkan oleh hilangnya sebagian dari  $\text{CO}_2$  yang ditambat dengan meningkatnya cahaya; kehilangan ini terjadi oleh fenomena yang disebut fotorespirasi.<sup>16</sup>

Fotorespirasi adalah sederetan peristiwa aneh yang terjadi di sel tanaman hijau saat ada sinar matahari. Dalam peristiwa biasa, enzim karboksilase ribulosa bifosfat (RuBP) menyatu dengan sebuah kelompok karboksil menuju ribulosa bifosfat. Aktivitas biokimia yang mengikutinya sudah dijelaskan dalam siklus Calvin.

---

<sup>14</sup> A. H. Hilter & R. K. M. Hay. *Fisiologi Lingkungan Tanaman*, (Yogyakarta : Gadjah Mada University Press, 1991), h.78

<sup>15</sup> Malcolm B. Wilkins. *Fisiologi tanaman (Physiology of Plant Growth and Development)* diterjemahkan oleh Ir. Mut Mulyani Sutedjo & Ir. A. G. kartasapoetra. (Jakarta : Bumi Aksara, 1969), h. 493

<sup>16</sup> Salisbury, Frank.B. *Op. Cit*, h. 53

Pada saat fotorespirasi, oksigen, bukannya karbon dioksida, yang berikatan dengan karboksilase RuBP. Saat karboksilase RuBP mendapatkan oksigen, oksidasi ribulosa bifosfat terjadi. Satu molekul PGA dan sebuah molekul karbon-2 dilepaskan. PGA tetap berada dalam siklus C<sub>3</sub>, namun molekul karbon-2 meninggalkan kloroplas dan memasuki reaksi kimia di peroksisom dan mitokondrion. Sebagian karbon dioksida yang dihasilkan dalam reaksi ini dilepaskan, sisanya dikembalikan ke kloroplas untuk ikut serta dalam fotosintesis.

Fotorespirasi mengoksidasi senyawa organik memakai oksigen dan hasilnya adalah pembuangan karbon dioksida. Proses ini tidak menggunakan sistem transpor elektron dan karenanya tidak menghasilkan energi. Namun, ia justru memakai energi, karenanya tampak tidak berguna. Hingga kini ilmuwan belum tahu apa manfaat dari fotorespirasi bagi sel saat fotosintesis.

Tidak diketahui apakah fotorespirasi menguntungkan bagi tumbuhan dalam suatu cara tertentu. Yang diketahui adalah bagi banyak tumbuhan termasuk dalam tumbuhan pertanian penting, seperti kedelai. Fotorespirasi menguras 50% karbon yang terikat (terfiksasi) oleh siklus Calvin. Sebagai heterotrof yang tergantung pada fiksasi karbon dalam kloroplas untuk makanan kita, kita sebagai alami memandang fotorespirasi sebagai suatu yang tidak berguna. Sebenarnya jika fotorespirasi dapat dikurangi dalam spesies tumbuhan tertentu tanpa

mempengaruhi produktifitas fotosintesis, hasil panen dan pasokan makanan akan meningkat.

Kondisi lingkungan yang mendorong fotorespirasi adalah hari yang panas, kering dan terik atau kondisi yang menyebabkan stomata menutup. Dalam spesies tumbuhan tertentu, cara lain fiksasi karbon yang meminimumkan fotorespirasi, sekalipun dalam iklim yang pasang dan gersang telah berkembang. Dua adaptasi fotosintetik yang paling penting ini adalah fotosintesis C4 dan CAM.<sup>17</sup>

Beberapa ahli menduga bahwa fotorespirasi merupakan cara untuk menghilangkan ATP dan NADPH (atau feredoksin-tereduksi) yang dihasilkan pada tingkat cahaya yang terlalu tinggi. Karena baik ATP maupun NADPH diperlukan untuk menghasilkan kembali RuBP dari 3-PGA yang dibentuk selama penambatan O<sub>2</sub>. Maka keadaan molekul itu pasti digunakan pada fotorespirasi tanpa penambatan CO<sub>2</sub>. Penggunaan 'daya pereduksi' ini mungkin dapat mencegah tingkat cahaya yang tinggi untuk tidak merusak pigmen kloroplas.<sup>18</sup>

Fotorespirasi bergantung pada cahaya dengan beberapa alasan. Pertama, pembentukan RuBP terjadi lebih cepat pada keadaan terang daripada keadaan gelap. Karena kegiatan Daur Calvin yang diperlukan untuk membentuk RuBP membutuhkan ATP dan NADPH, pada cahaya yang sudah dijelaskan sebelumnya, cahaya menyebabkan lepasnya oksigen secara langsung dari H<sub>2</sub>O di

---

<sup>17</sup> Neil A. Campbell, Jane B. Reece, dkk, *Op. Cit.*, h. 196-197

<sup>18</sup> *Ibid*, h. 56



Kloroplas, sehingga oksigen kloroplas lebih banyak pada saat terang dibandingkan pada saat gelap, ketika oksigen harus berdifusi ke dalam menembus permukaan daun yang stomatanya tertutup. Akhirnya seperti akan dijelaskan kemudian, Rubisco diaktifkan oleh cahaya dan tidak aktif dalam keadaan gelap, sehingga tidak dapat menambat oksigen (atau karbondioksida) pada keadaan gelap. Jadi fotorespirasi tidak terjadi pada tanaman C4 dengan 2 alasan utama, RuBP dan enzim Daur Calvin hanya terdapat di seludang berkas, dan konsentrasi karbondioksida dalam sel tersebut dipertahankan tetap tinggi sehingga oksigen tidak dapat bersaing dengan karbondioksida. Konsentrasi tinggi karbondioksida di seludang berkas dipisahkan dari sel mesofil, sumber karbondioksidanya dari asam C4 hilang, kemudian mereka akan berfotorespirasi, tetapi ini tidak terjadi pada daun yang masih menempel pada tumbuhan ketika pompa karbondioksida masih bekerja.<sup>19</sup>

#### **B. Kaitannya dengan pendidikan**

Pelajaran Biologi merupakan salah satu Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) yang tidak terpisahkan pada kegiatan praktikum. Kegiatan praktikum ini sangat penting dalam memahami konsep sains. Praktikum adalah kegiatan siswa secara aktif dengan menggunakan keterampilan sosial, untuk memahami konsep dan prinsip dalam biologi.

---

<sup>19</sup> Salisbury, Frank.B. *Op. Cit*, h. 55

Standar kompetensi pertumbuhan dan perkembangan di SMA adalah melakukan percobaan pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan, dengan kompetensi dasar yaitu merencanakan percobaan pengaruh faktor luar terhadap pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan.<sup>20</sup>

Tujuan pembelajaran biologi untuk memahami dan mengembangkan pengetahuan praktis dari metode biologi untuk memecahkan masalah kehidupan individu dan sosial serta mengembangkan cara berfikir ilmiah melalui penelitian dan percobaan. Materi biologi SMA juga mempelajari penerapan konsep biologi dalam materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan.<sup>21</sup>

Berkaitan dengan itu maka penelitian mengenai pertumbuhan dan perkembangan dapat digunakan sebagai bahan pengembangan petunjuk praktikum pada konsep tersebut. Kompetensi dasar yang diharapkan dapat dikuasai oleh peserta didik pada uraian materi pokok ini adalah peserta didik mampu menjelaskan pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan dan memahami pertumbuhan dan perkembangan melalui kegiatan atau percobaan.

Dengan menggunakan materi pertumbuhan dan perkembangan peserta didik diharapkan dapat menjawab permasalahan dari topik pembelajaran melalui percobaan yang mereka lakukan. Penelitian ini digunakan sebagai salah satu alternatif pembelajaran pada konsep pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan dengan tujuan

---

<sup>20</sup> Pratiwi, *Biologi SMA Jilid 3*, (Jakarta : Erlangga, 2004), h. vi.

<sup>21</sup> Sudjadi Bagoed, *Biologi SMA Kelas XII*, (Jakarta : Yudistira, 2007), h. 1.

agar peserta didik dapat mengetahui lebih dalam tentang materi pertumbuhan dan perkembangan, factor yang berpengaruh, dampak dari kekurangan factor penunjang, solusi dan lain sebagainya.

### **C. Kerangka Pikir**

Dalam penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai salah satu alternatif sumber belajar biologi bagi guru dan peserta didik pada pokok bahasan pertumbuhan dan perkembangan, memberikan informasi tentang studi lama pemulihan ke kondisi normal pasca etiolasi pada tanaman C3.

Dalam penelitian ini ada dua tanaman dari tipe tanaman C3 yaitu tanaman kacang-kacangan yang terdiri dari kacang tanah dan kacang merah yang ditumbuhkan sampai kotiledon terlepas kemudian tanaman dibagi menjadi dua, sebagian diletakkan di tempat yang mendapatkan cahaya (kontrol) dan sebagian tanaman diletakkan di tempat yang tidak mendapatkan cahaya (tanaman etiolasi), kemudian tanaman yang telah mengalami etiolasi diletakkan di tempat yang mendapatkan cahaya, untuk dapat diketahui apakah tanaman yang telah mengalami etiolasi dapat kembali pada pertumbuhan normal, jika tanaman tersebut dapat tumbuh normal setelah mengalami etiolasi, maka bagaimana cara dan berapakah waktu yang dibutuhkan. Dengan mengamati warna daun, panjang batang, warna batang, lebar daun, tebal daun arah tumbuh tumbuhan serta kandungan klorofil yang terdapat pada tanaman tersebut

sebelum dan sesudah etiolasi sehingga mempengaruhi lama pengembalian ke kondisi normal pasca etiolasi. Penelitian ini dilakukan di Kebun Botani IAIN Lampung.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui apakah tanaman dapat kembali tumbuh normal setelah mengalami etiolasi, mengetahui bagaimana cara tumbuhan agar dapat tumbuh normal pasca etiolasi, mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan agar tumbuhan dapat kembali normal setelah mengalami etiolasi dan mengetahui mengetahui hormon apa yang memicu pemulihan tersebut serta mengetahui kandungan klorofil pada tanaman tersebut dengan cara mengukur kandungan klorofil.

#### **D. Hipotesis**

$H_0$  : Tidak ada pengaruh cahaya terhadap pemulihan ke kondisi normal pasca etiolasi pada tanaman C3

$H_1$  : Ada pengaruh cahaya terhadap pemulihan ke kondisi normal pasca etiolasi pada tanaman C3



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Tempat dan Waktu**

Penelitian ini akan dilaksanakan di lahan percobaan kebun Botani Biologi IAIN Raden Intan Lampung. Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Juli 2014 sampai September 2014.

#### **B. Alat dan Bahan Penelitian**

##### **1. Alat**

Alat yang digunakan dalam penelitian yaitu penggaris, alat tulis, digital camera, selang air, polybag, spektrofotometer serta alat-alat penunjang penelitian lainnya.

##### **2. Bahan**

Bahan yang digunakan terdiri dari tanaman C3 yaitu biji kacang tanah dan, kacang merah masing-masing 12 benih, tanah dan air secukupnya.

#### **C. Rancangan percobaan**

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor yaitu tanaman C3 (T), tanaman tersebut adalah kacang tanah dan kacang merah.  $T_1$  dan  $T_2$ . di mana perlakuannya terdiri dua perlakuan yaitu pertumbuhan di tempat terang dan pertumbuhan di tempat gelap dengan simbol  $P_1$ , dan  $P_2$  yang semuanya diulang sebanyak 3 kali ( $i = 1,2,3$ ).

Maka unit-unit percobaan mempunyai simbol:

Tanaman C3 (T)

T<sub>1</sub> (Kacang Tanah) = diulang sebanyak 3 kali

T<sub>2</sub> (Kacang Merah) = diulang sebanyak 3 kali

Perlakuan (P)

P<sub>1</sub> (Di tempat terang) = di ulang sebanyak 3 kali

P<sub>2</sub> (di tempat gelap) = di ulang sebanyak 3 kali

Jumlah jenis tanaman : 2 tanaman

Jumlah Perlakuan : 2 Perlakuan

Jumlah Ulangan : 3 Ulangan

Jumlah benih/polybag : 3 benih

Jumlah Polybag : 9 Polybag

Jumlah masing-masing Benih : 12 Benih

#### **D. Prosedur Penelitian**

##### **1. Persiapan Penelitian**

- a) Menyediakan benih tanaman kacang tanah dan kacang merah masing-masing 12 benih.
- b) Menyediakan media tanah dalam polybag

## 2. Pelaksanaan Penelitian

a) Mengambil benih kacang tanah dan kacang merah masing-masing sebanyak 12 benih yang nantinya pada setiap media tanam/polybag akan ditanam 3 benih.

b) Meletakkan tanaman pada tempat terang setelah tanaman tumbuh (ketika kotiledon sudah terlepas) tanaman akan dibagi menjadi 2 bagian yaitu  $P_1$  dan  $P_2$ .  $P_1$  akan diletakkan di tempat terang sebagai control dan  $P_2$  akan diletakkan di tempat gelap agar mengalami etiolasi

c) Pengamatan morfologi tanaman sebelum etiolasi dan sesudah etiolasi yaitu:

- 1) warna daun
- 2) lebar daun
- 3) tebal daun
- 4) tinggi batang
- 5) warna batang
- 6) arah tumbuh batang
- 7) kandungan klorofil pada tanaman yang mempengaruhi lama pemulihan ke kondisi normal pasca etiolasi yang diukur di laboratorium sebelum dan sesudah etiolasi.

d) Preparasi larutan klorofil

- 1) Menimbang 1 gram daun lalu mengekstraknya (digerus dengan cawan porselin) dengan sedikit pelarut aceton 85 % (panjang gelombang ( $\lambda$ ) = 663 dan 645 nm)

- 2) Menyaring dan mengambil filtratnya
  - 3) Memasukkan filtrat ke labu takar 100 ml. Kemudian menambahkan dengan pelarut yang sama sehingga larutan menjadi 100 ml.
- e) Mengkalibrasi nilai transmittan.
- 1) Menghidupkan spektrofotometer sebelum digunakan untuk mengukur agar alatnya stabil
  - 2) Menuangkan pelarut aceton ke dalam cuvet sampai garis batas
  - 3) Membersihkan dan mengeringkan permukaan luar tabung cuvet
  - 4) Mengatur panjang gelombang pengukuran pada spektrofotometer
  - 5) Memasukkan cuvet ke spektrofotometer
  - 6) Mengatur nilai “transmittannya” menunjukkan pada angka 100 %, dengan memutar tombol pengatur transmittannya
- f) Mengukur klorofil.
- 1) menuangkan larutan klorofil ke cuvet sampai garis batas
  - 2) membersihkan permukaan cuvet dengan tisu, dan memasukkan ke spektrofotometer
  - 3) mencatat nilai absorbansi ( $A=OD$ ) untuk setiap panjang gelombangnya



ampel ke	pengukuran ke (ulangan ukuran)	absorbansi $\lambda = 663$ dan $645$ nm	kandungan klorofil
<b>I</b>	<b>1</b>	....	....
	<b>2</b>	....	....
	<b>3</b>	....	....
<b>Rerata</b>		....	....
<b>II</b>	<b>1</b>	....	....
	<b>2</b>	....	....
	<b>3</b>	....	....
<b>Rerata</b>		....	....

**Tabel 1. Data absorbansi larutan klorofil**

**Rumus menghitung klorofil dengan pelarut acetone 85 %**

Klo. a. =  $12,7 D_{663} - 2,69 D_{645}$  (mg/l)

Klo. b. =  $22,9 D_{645} - 4,68 D_{663}$  (mg/l)

Klo. Total =  $20,2 D_{645} + 8,02 D_{663}$  (mg/l)<sup>1</sup>

Sampel ke-	Kandungan klorofil		Total klorofil
	Klorofil a	Klorofil b	
1			
2			
.			
n			

**Tabel 2. Kandungan Klorofil daun**

<sup>1</sup>Drs. Suyitno AI, MS, *Petunjuk Praktikum Fisiologi Tumbuhan Lanjut*, Program studi Biologi Fakultas MIPA Universitas negeri Yogyakarta, (Yogyakarta : Fakultas MIPA Universitas negeri Yogyakarta, 2006), h. 28-31

### **E. Teknik Pengumpulan Data**

Untuk mengetahui lama pemulihan pasca etiolasi pada tanaman C3 maka teknik pengumpulan data dalam penelitian berupa :

1. Observasi, observasi diartikan sebagai pengamatan langsung untuk memperoleh data yang akurat. Adapun yang di observasi adalah pengamatan parameter ketika tanaman sudah tumbuh dan mampu berfotosintesis (kotiledon terlepas) maka parameter yang diamatami adalah sebagai berikut : warna daun, lebar daun, tebal daun, warna batang, tinggi batang dan arah tumbuh batang ketika tanaman normal, setelah mengalami etiolasi, dan kembali normal pasca etiolasi.
2. Dokumentasi, berupa foto-foto.

### **F. Teknik Analisis Data**

Analisis data dilakukan dengan cara deskriptif kuantitatif. Karena analisis data kuantitatif yaitu : suatu proses dalam menemukan pengetahuan yang menggunakan data berupa angka-angka sebagai alat untuk menemukan keterangan mengenai apa yang ingin diketahui.<sup>2</sup>

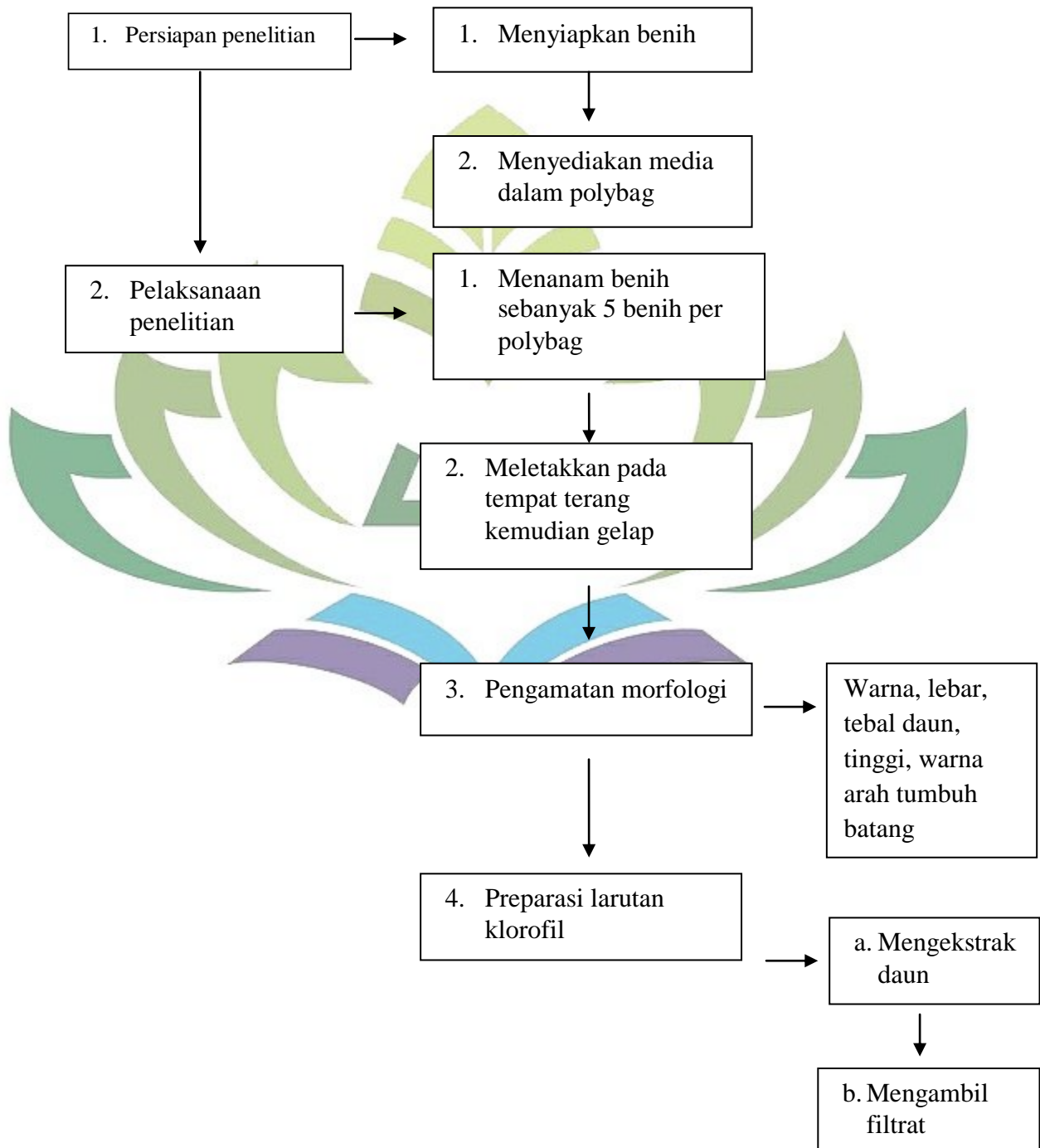
Data hasil penelitian ini akan disajikan dalam bentuk grafik dan dideskripsikan dengan apa adanya yang meliputi pengaruh yang diberikan cahaya untuk memulihkan

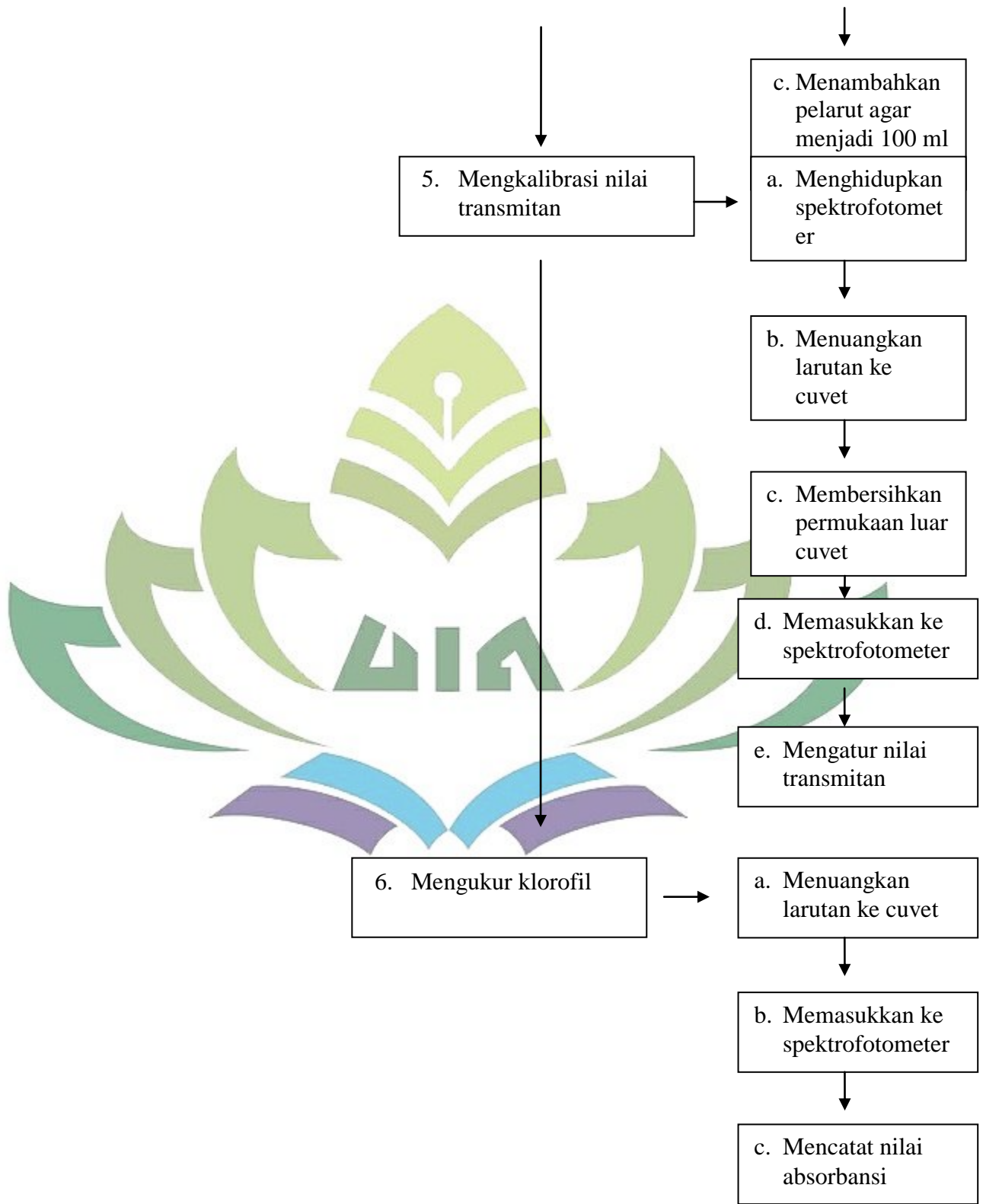
---

<sup>2</sup> Margono, *Metode Penelitian Pendidikan*, (Jakarta : Rineka Cipta, 2002), h. 106

tanaman C3 ke kondisi normal pasca etiolasi dan lama waktu yang dibutuhkan untuk pemulihan tersebut.

### G. Alur Penelitian







## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Penelitian

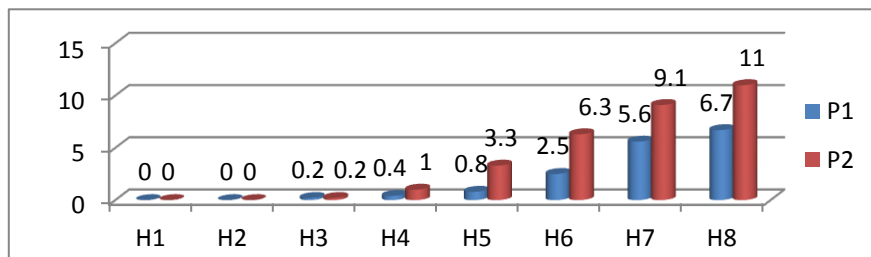
Setelah penelitian ini selesai dilakukan maka didapatkan data-data sebagai hasil pada penelitian studi pemulihan pasca etiolasi pada tanaman C3.

Namun, sebelum penelitian pemulihan pasca etiolasi dilakukan tanaman akan ditumbuhkan selama 8 hari. Jadi, peneliti mengamati pertumbuhan dari sampel masih berbentuk biji yang ditumbuhkan pada keadaan normal (cukup cahaya).

Berikut adalah grafik yang menunjukkan pertumbuhan kacang tanah dan kacang merah :

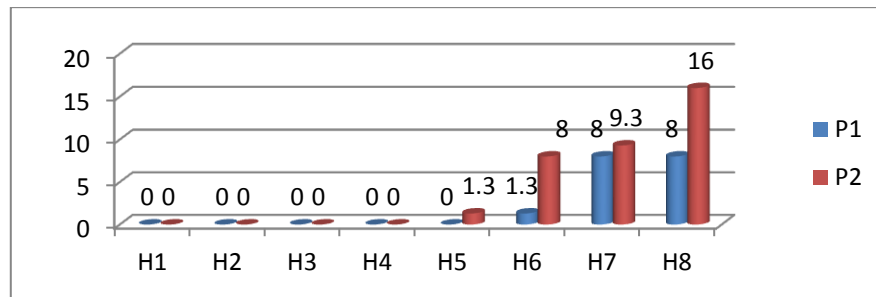
**Tabel Pertumbuhan Pertumbuhan T1 dan T2**

**Grafik 2. Rata-rata Pertumbuhan T2 (Kacang Tanah)**

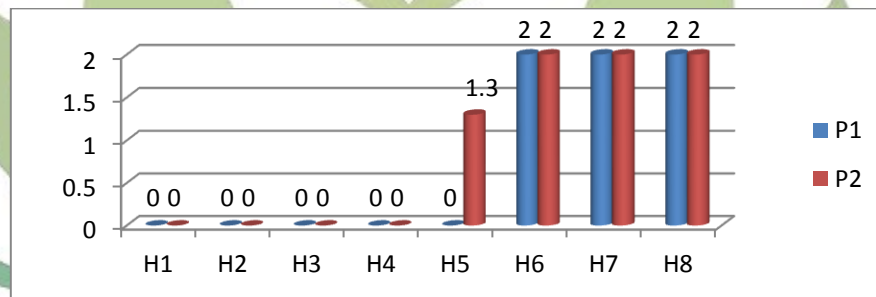


Selain tinggi tanaman, morfologi lain yang diamati oleh peneliti adalah banyak daun, lebar daun dan panjang daun. Berikut ini adalah tabel hasil pengamat

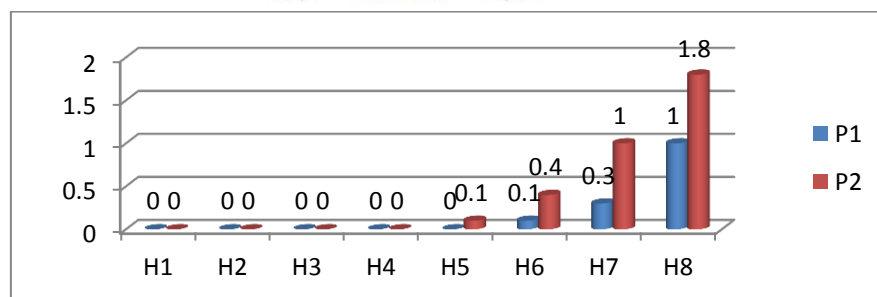
**Grafik 3. Rata-rata banyak daun T1 (Kacang Tanah)**

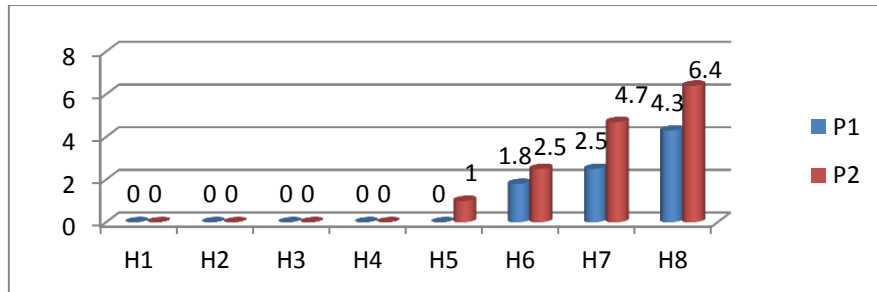
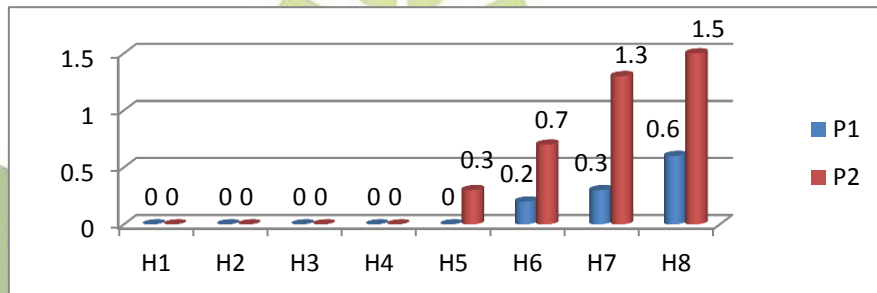
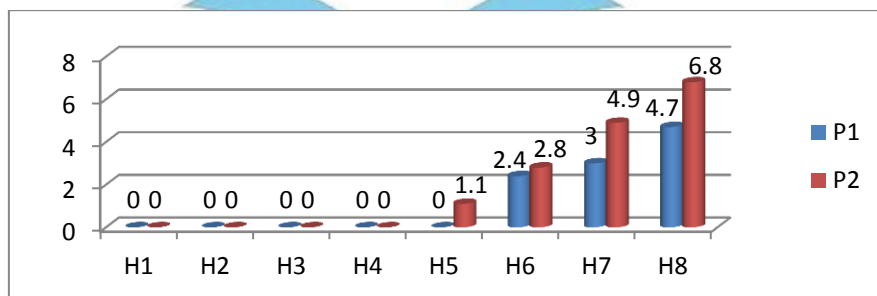


**Grafik 4. Rata-rata banyak daun T2 (Kacang Merah)**



**Grafik 5. Rata-rata lebar daun T1 (Kacang Tanah)**



**Grafik 6. Rata-rata lebar daun T2 (Kacang Merah)****Grafik 7. Rata-rata panjang daun T1 (Kacang Tanah)****Grafik 8. Rata-rata panjang daun T2 (Kacang Merah)**

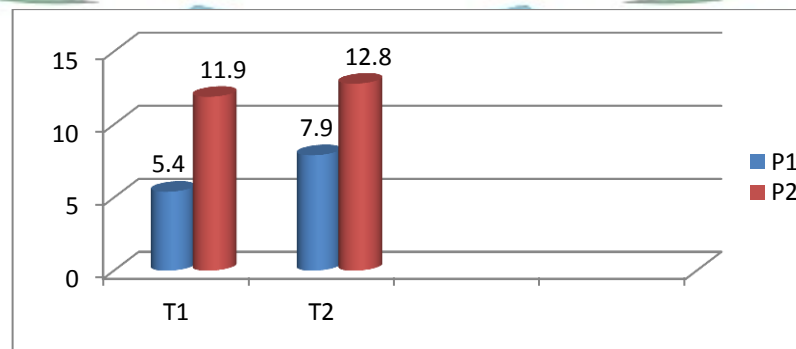
Dari data tabel di atas telah menunjukkan bahwa pertumbuhan tercepat yang terjadi di antara dua sampel tanaman C3 adalah kacang merah yang mengalami pertumbuhan yang sangat nyata dibandingkan dengan tanaman kacang tanah. Pengamatan morfologi disini dimaksudkan untuk mengetahui perbandingan antara pertumbuhan

batang yaitu tinggi dan warna batang, pertumbuhan daun baik lebar maupun panjang daun serta warna daun yang terjadi secara normal dan secara etiolasi.

Sebelum tanaman mengalami proses pemulihan, tanaman yang normal akan dietiolasikan selama  $\pm 5$  hari sampai tanaman benar-benar mengalami etiolasi. Tanaman yang telah mengalami etiolasi menunjukkan ciri-ciri yang nyata seperti Tumbuhan biasanya berwarna kuning dan tumbuh memanjang dengan batang lemah, perkembangan daun yang tertekan.<sup>1</sup> Etiolasi secara normal ditunjukkan secara nyata pada tanaman-tanaman yang dibudidayakan (kacang buncis, mustard, dll) dan tidak didapati pada spesies yang beradaptasi dan resisten terhadap naungan.<sup>2</sup>

Berikut adalah grafik yang menunjukkan perubahan pada pertumbuhan tanaman sebelum dan sesudah etiolasi:

**Grafik 9. Rata-rata perbedaan tanaman normal dan etiolasi**



<sup>1</sup> Kisman, *Pola Pertumbuhan Awal Tanaman Kedelai Pada Kondisi Cekaman Intensitas cahaya rendah dan pemberian inhibitor plastid (uji cepat toleransi kedelai terhadap cekaman naungan)*, (jurnal penelitian Fakultas Pertanian Universitas Mataram, 2008)

<sup>2</sup> A. H. Hilter & R. K. M. Hay. *Fisiologi Lingkungan Tanaman*, (Yogyakarta : Gadjah Mada University Press, 1991), h.55



Dari grafik di atas dapat dilihat perbedaan yang nyata terjadi antara tanaman normal dan tanaman yang sudah etiolasi, namun seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya tanaman etiolasi memiliki ciri tanaman yang tinggi, pucat dan tidak kokoh berbeda dengan tanaman normal meski memiliki tinggi yang lebih rendah namun tanaman ini tetap berwarna hijau dan batang juga lebih kuat dan kokoh jika dibandingkan dengan tanaman etiolasi.

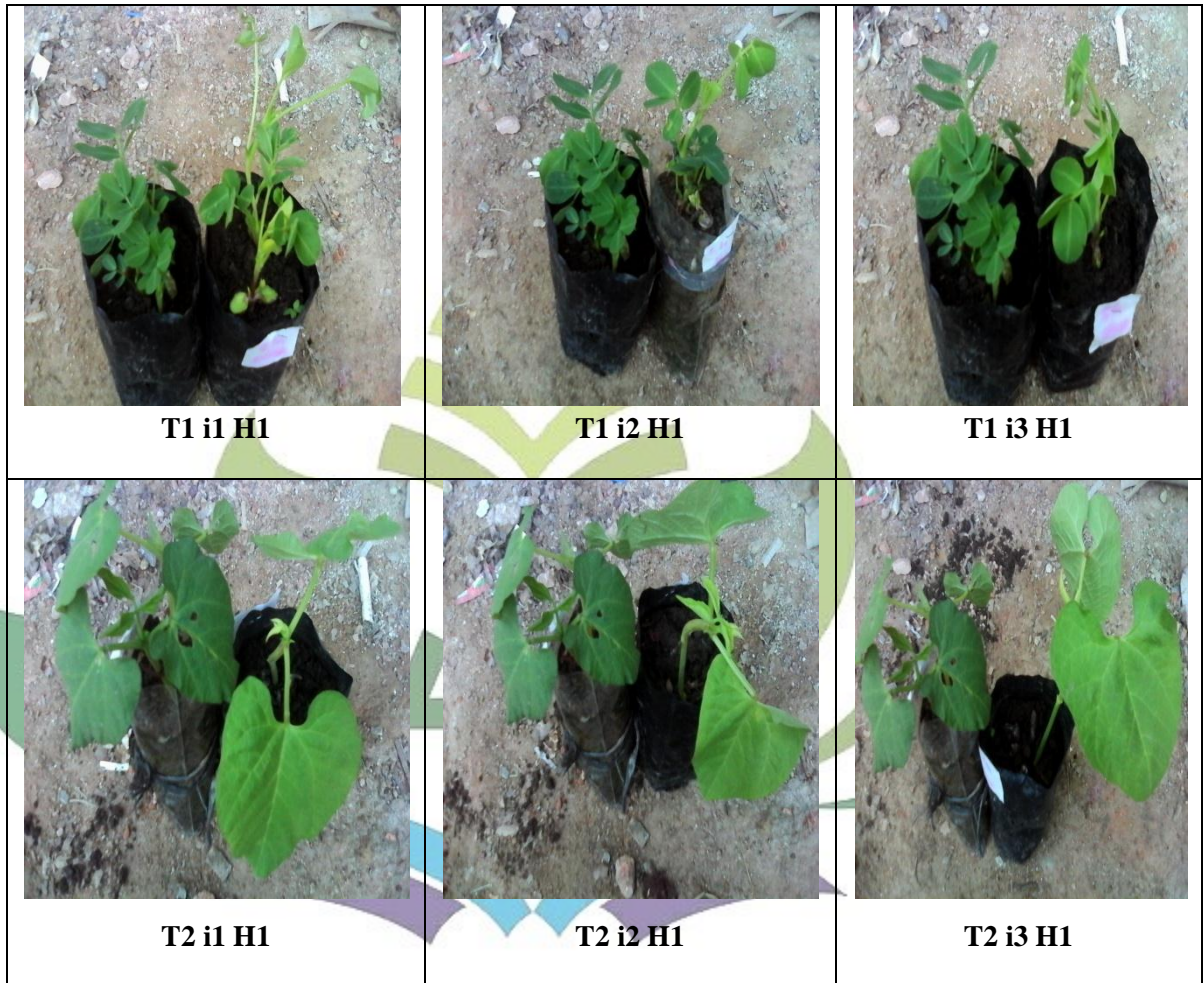
Berikut adalah gambar sampel tanaman yang sudah mengalami etiolasi :



**Gambar 4. Hasil tanaman yang sudah mengalami Etiolasi**

Untuk tanaman Kontrol, tidak diberikan perlakuan apapun terhadap tanaman ini. Pada tanaman perlakuan setelah mengalami pertumbuhan selama 8 hari (setelah kotiledon terlepas dan tanaman mampu berfotosintesis) maka tanaman perlakuan di etiolasikan selama 5 hari kemudian diberikan rangsangan cahaya untuk melihat adanya pemulihan.

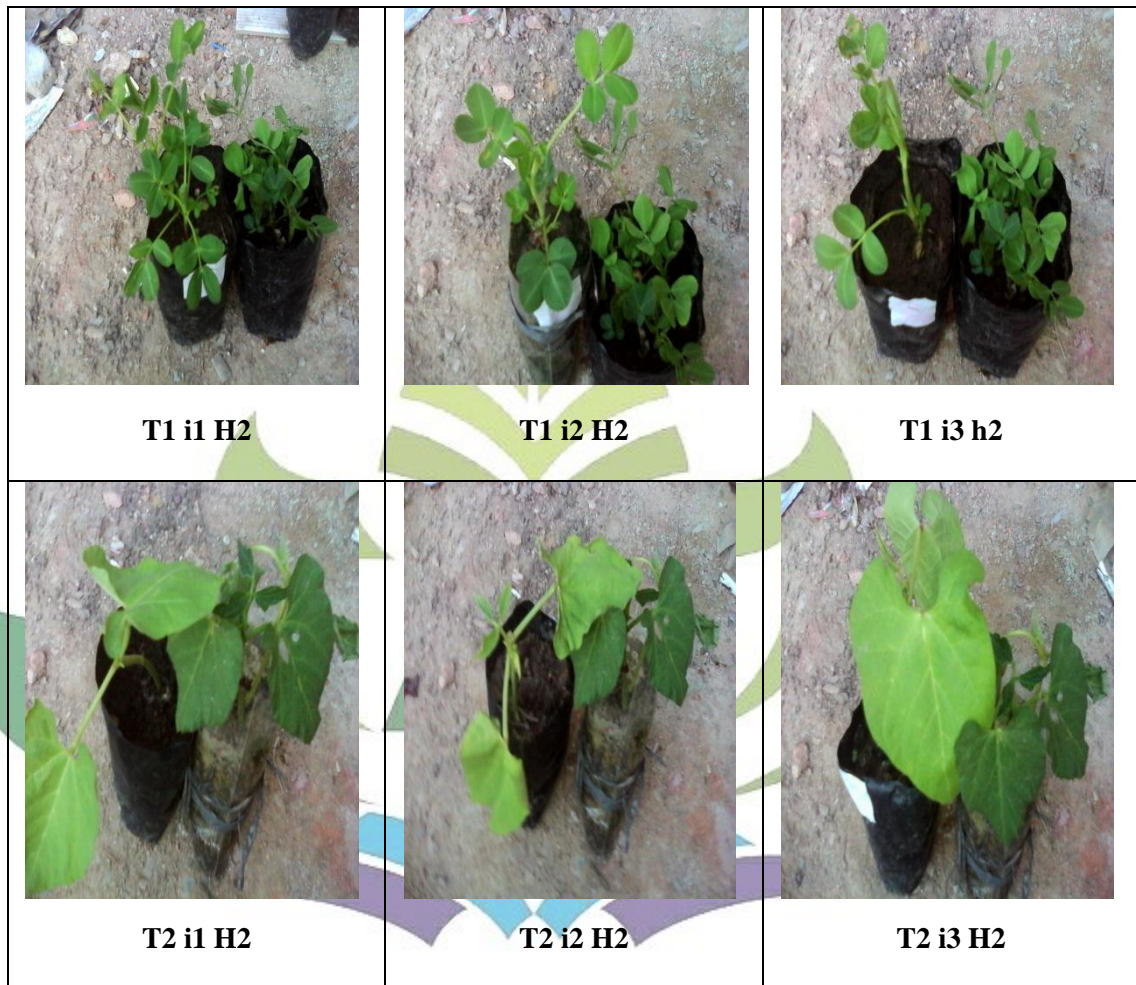
Berikut ini gambar tanaman dalam proses pemulihan, tanaman kiri (Kontrol), tanaman kanan (etiolasi):



**Gambar 5. Tanaman dalam proses pemulihan hari pertama**

Berikut ini ialah gambar tanaman dalam proses pemulihan pada hari kedua, Tanaman

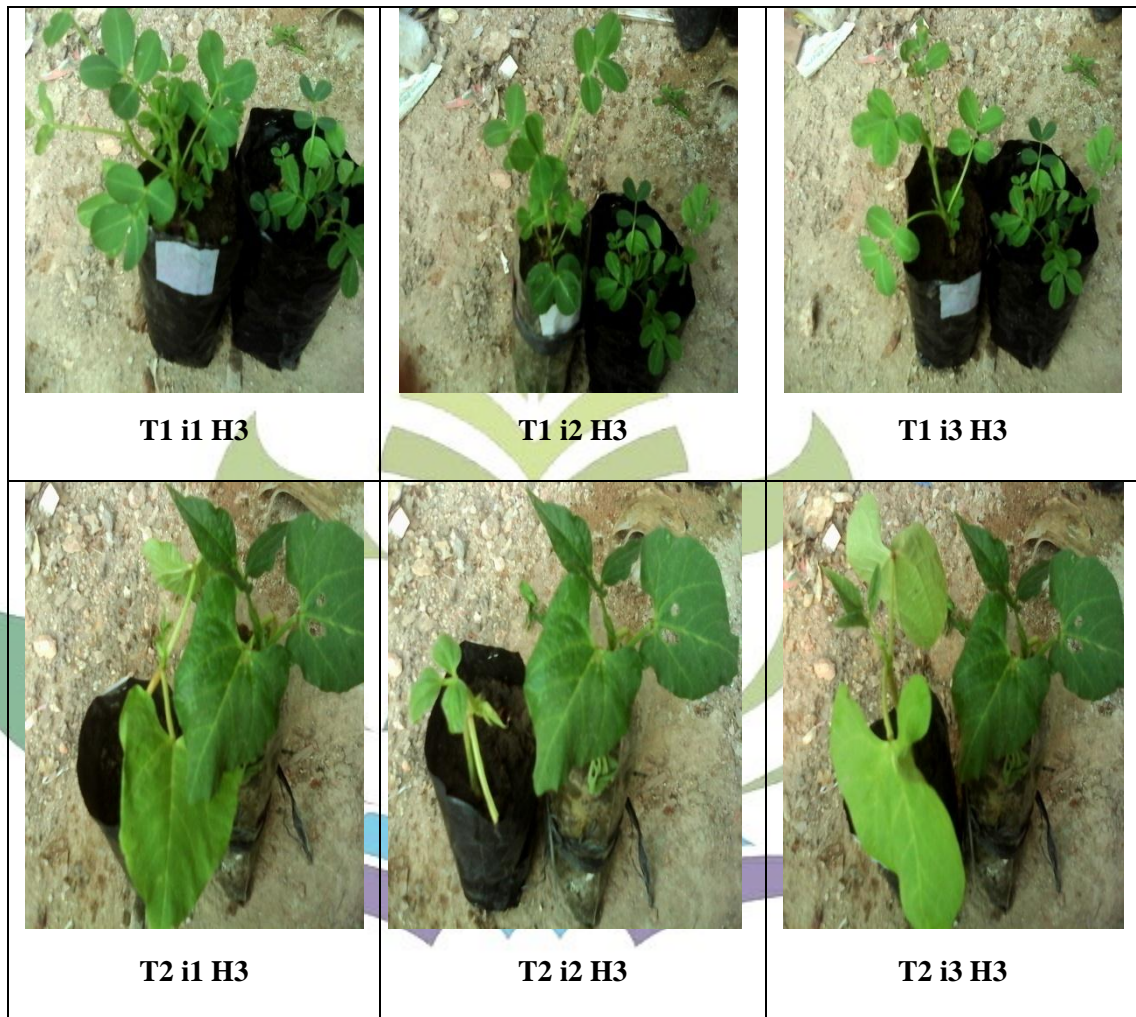
Kanan (Kontrol), Tanaman Kiri (Etiolasi) :



**Gambar 6 Tanaman dalam proses pemulihan hari kedua**



Berikut ini adalah gambar tanaman dalam proses pemulihan hari ketiga, tanaman kanan (Kontrol), tanaman kiri (Etiolasi) :

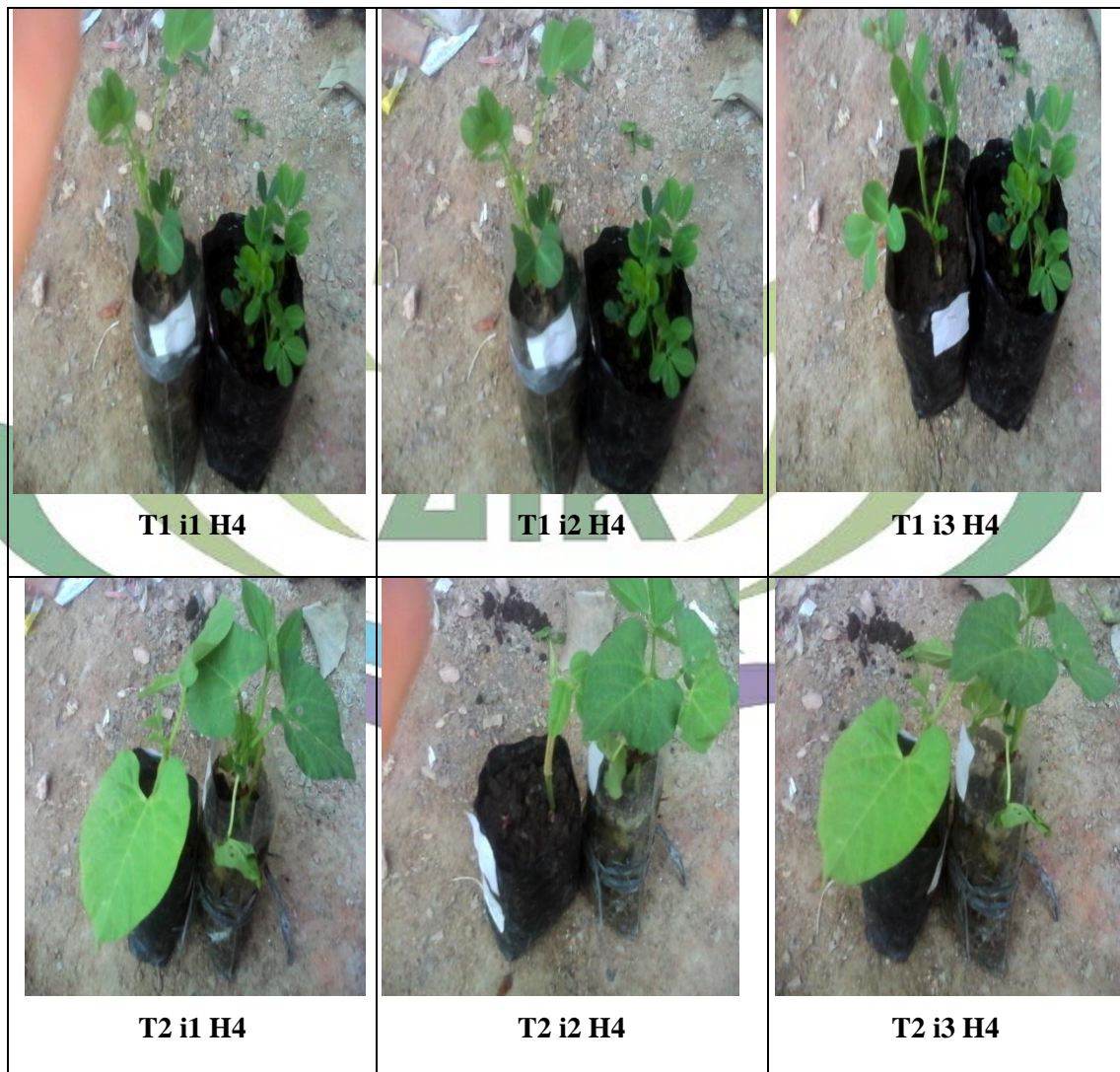


**Gambar 7. Tanaman dalam proses pemulihan hari ketiga**

Dari gambar 8 tanaman T1 pada hari kedua dan ketiga telah menunjukkan perubahan nyata terhadap rangsangan cahaya dalam proses pemulihan, daun yang mempunyai warna hijau telah terlihat berubah menjadi kehijauan. Berbeda nyata dengan tanaman

T2 yang masih berada pada kondisi etiolasi meski sudah nampak perubahan yang bertahap pada tanaman ini.

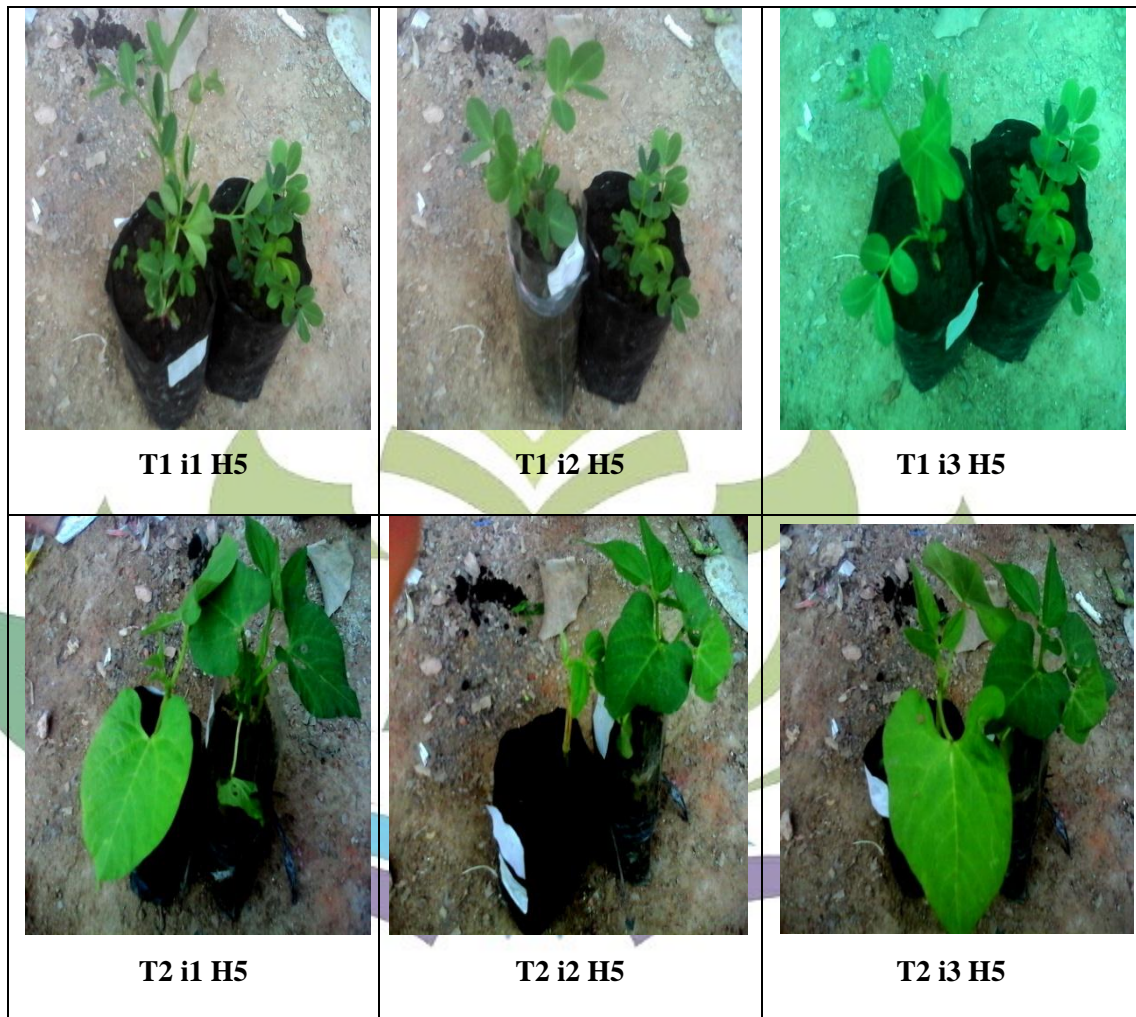
Berikut ini ialah gambar tanaman dalam proses pemulihan pada hari keempat, tanaman kanan (Kontrol), tanaman kiri (Etiolasi) :



**Gambar 8. Tanaman dalam proses pemulihan hari keempat**



Berikut ini ialah gambar tanaman dalam proses pemulihan pada hari kelima, tanaman kanan (Kontrol), tanaman kiri (Etiolasi) :



**Gambar 9. Tanaman dalam proses pemulihan hari kelima**

Berikut ini adalah gambar tanaman dalam proses pemulihan pada hari kelima, tanaman kanan (Kontrol), tanaman kiri (Etiolasi) :



**Gambar 10. Tanaman dalam proses pemulihan hari keenam**

Pada gambar 11 menunjukkan perubahan yang nyata pada pemulihan tanaman T2, daun pada tanaman 1 dan 2 sudah hampir sama pada daun tanaman control. Maka ini dapat dikatakan sebagai pemulihan.

Selain pengamatan morfologi, peneliti juga mengukur kadar klorofil tanaman sebelum (normal) dan sesudah etiolasi untuk mengetahui kadar kandungan klorofil yang dimiliki tanaman dan mengetahui perbandingannya.

Pengukuran klorofil daun disini berfungsi memberikan perbedaan yang nyata terhadap tanaman yang sudah mengalami etiolasi dengan tanaman yang masih normal. Karena, kehijauan daun dapat dijelaskan oleh kandungan total klorofil daun, yaitu kehijauan daun berkaitan erat dengan total klorofil. Makin tinggi total klorofil maka tingkat kehijauan makin tinggi<sup>3</sup> dan mengetahui apakah kandungan klorofil berpengaruh terhadap proses pemulihan pasca etiolasi.

Berikut adalah hasil pengukuran klorofil yang dilakukan di laboratorium dengan menggunakan alat spektrofotometer.

SAMPel	Kontrol			Etiolasi		
	I1	I2	I3	I1	I2	I3
<b>T1</b>	22,632 a	24,56 a	27,88 b	25,68 a	27,66 b	24,38 a
<b>T2</b>	32,08 a	32,66 a	34,87 b	40,68 b	41,56 b	38,72a

Ket : angka-angka yang diikuti huruf yang sama dalam baris yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata.

**Tabel. 4. hasil pengukuran klorofil**

<sup>3</sup> Raden Ince dkk, *Karakteristik daun jarak pagar dan hubungannya dengan fotosintesis*. (Bogor : Fakultas pertanian IPB, Bogor 2008)



## B. Pembahasan

Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan menunjukkan bahwa cahaya dapat memulihkan tanaman ke kondisi normal pasca etiolasi pada tanaman C3. Dengan dua macam tanaman C3 yang dijadikan sampel yaitu tanaman kacang tanah dan kacang merah, setelah penelitian ini selesai dilakukan, maka dapat diketahui bahwa di antara kacang tanah dan kacang merah yang lebih cepat mengalami pemulihan pasca etiolasi adalah kacang tanah dengan waktu yang dibutuhkan adalah 3 hari sedangkan kacang merah membutuhkan waktu 6 hari untuk pemulihan pasca etiolasi.

Dan berdasarkan pada hasil penelitian bahwa pemberian cahaya pada tanaman C3 yang sudah mengalami etiolasi memiliki pengaruh terhadap pemulihan ke kondisi normal. Hal ini dapat dilihat dari perubahan warna yang ditunjukkan masing-masing tanaman sebagai proses pemulihan dari daun yang mempunyai warna kekuningan mengalami perubahan secara bertahap menjadi kehijauan, dan dari warna batang yang putih pucat mengalami perubahan bertahap menjadi hijau.

Tanaman yang sudah mengalami etiolasi dapat kembali normal karena etiolasi merupakan perkembangan yang bersifat reversibel (dapat balik). Tanaman etiolasi atau kekurangan terhadap cahaya akan dapat beradaptasi dengan keadaannya untuk beberapa hari. Masalah yang dihadapi oleh daun yang ternaungi ialah untuk mempertahankan suatu keseimbangan karbon yang positif, kerapatan pengaliran

dimana keadaan ini tercapai merupakan titik kompensasi.<sup>4</sup> Titik kompensasi adalah laju fotosintesis sama dengan laju respirasi.<sup>5</sup> Ini hanya akan berlaku pada tanaman C3 termasuk kacang tanah dan kacang merah.

Berbeda pada tanaman C4 dan CAM, titik kompensasi (harga keseimbangan di dalam ruang tertutup) dapat diabaikan.<sup>6</sup> Dengan demikian tanaman C4 dan CAM lebih efektif 60-70 kali dari tanaman C3.<sup>7</sup>

Di bawah tekanan cahaya rendah maka akan terbuka tiga pilihan :

1. Pengurangan kecepatan respirasi
2. Peningkatan luas daun
3. Peningkatan kecepatan respirasi setiap unit energy cahaya dan luas daun

Bagi daun-daun yang biasanya menerima sinar yang penuh. Titik kompensasinya sekitar 100-200 lilin, sedangkan daun-daun yang terlindung mempunyai kompensasi 50-100 lilin. Sudah barang tentu tanaman akan merana jika dibiarkan terus menerus berada pada titik kompensasinya; sebabnya ialah ia akan terus mengadakan respirasi yang berarti memakan bahan, sedangkan daun-daun tidak membuat bahan baru.<sup>8</sup>

---

<sup>4</sup> *Ibid*, h. 60

<sup>5</sup> Dr. Ir. S. M. Sitompul, dan Dr. In. Bambang Guritno, *Analisis Pertumbuhan Tanaman*, (Jogjakarta : Gadjah Mada University Pres, 1995), h. 234

<sup>6</sup> Malcolm B, Wilkins, *Fisiologi Tanaman (Physiology Of Plant Growth and Development)*, (Jakarta : Bumi Aksara, 1969), h. 493

<sup>7</sup> A. H. Hilter & R. K. M. Hay, *Op. Cit*, h. 78

<sup>8</sup> Prof. Dr. D. Dwijoseputro, *Pengantar Fisiologi*, (Jakarta : Gramedia, 1980), h.124



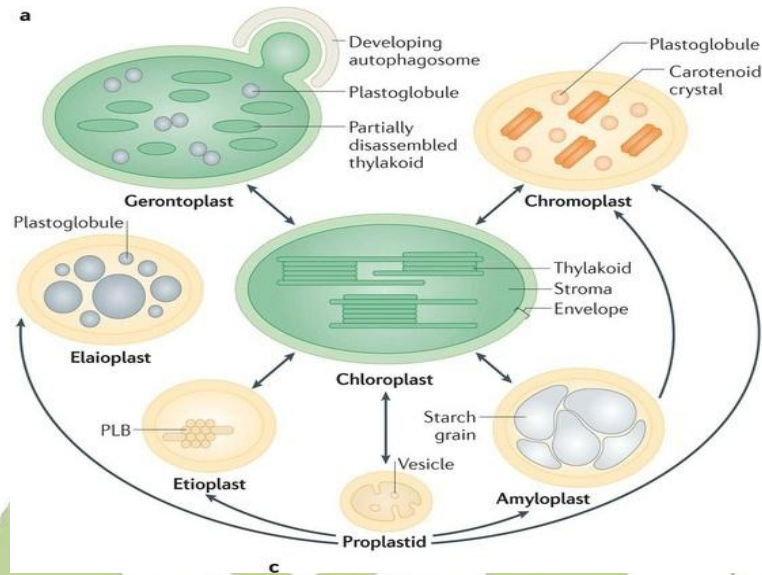
Gejala kerusakan yang dialami tanaman normal yang ditumbuhkan pada tanaman pada intensitas cahaya rendah dengan tanaman naungan yang ditumbuhkan pada intensitas cahaya tinggi. Tanaman-tanaman yang telah ternaungi mengalami kerusakan reversibel jika terus tumbuh pada intensitas cahaya harian normal (Bjorkman & Holmgren, 1963) telah mengadakan penelitian tanaman *Solidago virgaurea* yang telah beradaptasi dengan keadaan ternaungi, tumbuh selama seminggu di bawah intensitas cahaya tinggi, mempunyai respon yang amat tidak baik terhadap cahaya tetapi setelah seminggu di bawah intensitas cahaya yang rendah kerusakan ini telah mampu diatasi. Penyebab kerusakan ini terdapat pada bentuk yang menyimpang dari struktur kloroplas.<sup>9</sup>

Seluruh jenis plastid, termasuk kloroplas, diduga berasal dari proplastid, yaitu suatu organel yang tidak mempunyai dan dapat dijumpai pada sel tumbuhan yang tumbuh di tempat yang gelap maupun di tempat terang. Proplastid yang memiliki ukuran lebih kecil dari kloroplas dengan sedikit atau bahkan tanpa membran internal. Proplastid membelah diri pada saat embrio biji berkembang. Pada saat daun atau batang terbentuk, maka proplastid akan berkembang menjadi kloroplas. Kloroplas muda (yang terbentuk) juga aktif membelah diri, terutama jika ia mendapat cukup cahaya<sup>10</sup>

---

<sup>9</sup> A. H. Hiltner & R. K. M. Hay, *Op. Cit*, h. 73

<sup>10</sup> Benyamin Lakitan, *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*, (Jakarta : Rajawali Pres), h. 12



**Gambar 11 . Kloroplas and other plastid**

Dari gambar di atas jelas terlihat bahwa proplastid dapat berkembang menjadi etioplas, kloroplas, amyoplas, dll begitupula proplastid yang telah menjadi kloroplas dapat berubah menjadi etioplas jika tidak mendapatkan cahaya (mengalami etiolasi) ataupun etioplas dapat berubah menjadi kloroplas jika diberikan cahaya.

Proplastid akan membelah saat embrio berkembang, kemudian berkembang menjadi kloroplas ketika daun dan batang terbentuk. Kloroplas muda juga aktif membelah, khususnya apabila organ mengandung kloroplas terpajan pada cahaya.<sup>11</sup> Dari pernyataan tersebut maka dapat dikatakan bahwa kloroplas muda akan dapat berubah-ubah termasuk kloroplas menjadi etioplas dan etioplas menjadi kloroplas kembali.

<sup>11</sup> Murni Yuniwati dkk, *Optimasi kondisi proses ekstraksi zat pewarna dalam daun suji Dengan pelarut etanol*, (Yogyakarta : Jurnal Penelitian Jurusan Teknik Kimia, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta, 2000) ISSN: 1979-911X

Namun ketika penelitian ini dilakukan, saat pemulihan tanaman yang telah teretiologi dikembalikan ke tempat yang terpajan cahaya penuh tanaman etiolasi akan mati ini disebabkan karena intensitas cahaya yang terlalu tinggi dapat menurunkan laju fotosintesis karena hal ini disebabkan adanya fotooksidasi klorofil yang berlangsung sangat cepat, sehingga menyebabkan rusaknya klorofil.<sup>12</sup> Terlebih lagi bila tumbuhan tersebut yang tidak cocok naungan baru mendapatkan perlakuan etiolasi, hal ini perlu diperhatikan karena tanaman etiolasi tersebut masih membutuhkan waktu untuk beradaptasi dari titik efektifitas cahayanya.

Berikut ini ialah gambar tanaman yang mengalami kerusakan klorofil akibat terpajan cahaya penuh setelah etiolasi :



<sup>12</sup> Sri Haryanti, *Respon Pertumbuhan Jumlah dan Luas Daun Nilam (Pogostemon cablin Benth) pada Tingkat Naungan yang Berbeda*. (Semarang : Jurnal Biologi Struktur dan Fungsi tumbuhan Jurusan Biologi FMIPA UNDIP)

### **Gambar 12. tanaman yang mengalami kerusakan klorofil**

Proses fotosintesis tidak akan pernah lepas dari peran cahaya matahari. Respon tanaman terhadap intensitas cahaya berbeda-beda tergantung dari sifat adaptif tanaman tersebut. Respon terhadap intensitas cahaya yang tinggi ini dapat menguntungkan atau juga bahkan merugikan. Hal ini karena tanaman mempunyai ambang batas terhadap intensitas cahaya yang harus ia diterima. Intensitas cahaya tinggi menyebabkan rusaknya struktur kloroplas.<sup>13</sup>

Faktor internal yang ikut mempengaruhi laju fotosintesis daun ialah kandungan klorofil pada daun. Daun yang memiliki kandungan klorofil yang tinggi diharapkan akan lebih efisien dalam menangkap energi cahaya matahari untuk fotosintesis.<sup>14</sup> Dengan demikian peneliti melakukan pengukuran kandungan klorofil terhadap sampel yang dilakukan di Laboratorium Analisis Politeknik Negeri Lampung.

Dari hasil pengukuran kandungan klorofil dapat diketahui perbedaan secara nyata terlihat pada dua sampel yang telah diukur kandungan klorofilnya, dari hasil penelitian diketahui bahwa kandungan klorofil yang terdapat pada T2 (kacang merah) dengan rata-rata perhitungan yaitu 25,024 pada sampel Kontrol sedangkan 25,906 pada sampel etiolasi sedangkan tanaman T1 (Kacang tanah) memiliki nilai rata-rata

<sup>13</sup> *Ibid.*

<sup>14</sup> Endang Sulistyarningsih dkk, *Pertumbuhan dan hasil caisin pada berbagai warna Sungkup plastik Growth and yield of mustard greens in many convex Plastic covers*, (Yogyakarta : Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2005 )



yaitu 33.203 untuk sampel Kontrol dan 40,313 untuk sampel etiolasi. Maka dapat kita tarik kesimpulan bahwa kandungan klorofil mempengaruhi proses pemulihan.

Sampel	beda rata-rata		
	Kontrol (ug/gr)	Etiolasi (ug/gr)	lama pemulihan (Hari)
T1	25,024 a	25,906 a	3 a
T2	33.203 a	40,313 b	6 b

Ket : Angka-angka pada kolom yang sama dan diikuti huruf yang sama, tidak berbeda nyata.

**Tabel. 5. Hubungan Rata-rata Kandungan Klorofil dan Lama Pemulihan**

Seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Ince Raden dkk, menjelaskan bahwa daun yang terpajan cahaya penuh dan naungan akan memiliki perbedaan jumlah klorofil. Penurunan rasio klorofil a/b terjadi sebab peningkatan jumlah klorofil b lebih tinggi jika dibandingkan dengan klorofil a. peningkatan klorofil b dapat terjadi sebab daun bagian bawah menerima cahaya yang lebih sedikit dan adanya konversi klorofil a dan klorofil b. konversi klorofil a menjadi klorofil b memegang peranan penting pada pembentukan dan reorganisasi apparatus fotosintesis sehingga memungkinkan tanaman itu mampu melakukan adaptasi dengan intensitas cahaya yang rendah.<sup>15</sup>

### C. Hasil Penelitian Sebagai Sumber Belajar

<sup>15</sup> Raden Ince, *Op Cit*



Pelajaran Biologi ialah salah satu Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) yang tidak terpisahkan pada kegiatan praktikum. Kegiatan praktikum ini amat penting dalam siswa memahami konsep sains. Praktikum adalah kegiatan siswa secara aktif dengan menggunakan keterampilan sosial, untuk memahami konsep dan prinsip dalam biologi.

Standar kompetensi pertumbuhan dan perkembangan di SMA adalah melakukan percobaan pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan, dengan kompetensi dasar yaitu merencanakan percobaan pengaruh faktor luar terhadap pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan.<sup>16</sup>

Tujuan pembelajaran biologi untuk memahami dan mengembangkan pengetahuan praktis dari metode biologi untuk memecahkan masalah kehidupan individu dan sosial serta mengembangkan cara berfikir ilmiah melalui penelitian dan percobaan. Materi biologi SMA juga mempelajari penerapan konsep biologi dalam materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan.<sup>17</sup>

Berkaitan dengan itu maka penelitian mengenai pertumbuhan dan perkembangan dapat digunakan sebagai bahan pengembangan petunjuk praktikum pada konsep tersebut. Kompetensi dasar yang diharapkan dapat dikuasai oleh peserta didik pada uraian materi pokok ini adalah peserta didik mampu menjelaskan pertumbuhan dan

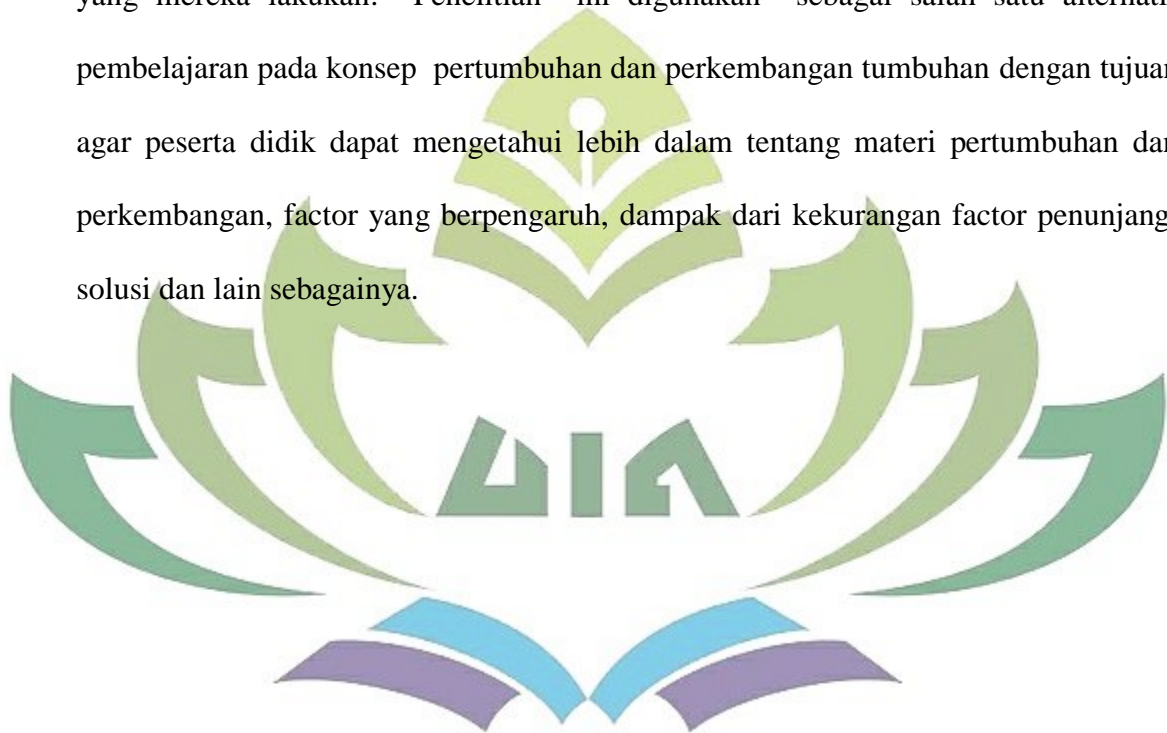
---

<sup>16</sup> Pratiwi, *Biologi SMA Jilid 3*, Erlangga, Jakarta, 2004, hlm vi.

<sup>17</sup> Sudjadi Bagood, *Biologi SMA Kelas XII*, Jakarta : Yudistira, 2007, hlm 1.

juga perkembangan pada tumbuhan serta memahami pertumbuhan dan perkembangan melalui kegiatan atau percobaan.

Dengan menggunakan materi pertumbuhan dan perkembangan peserta didik diharapkan dapat menjawab permasalahan dari topik pembelajaran melalui percobaan yang mereka lakukan. Penelitian ini digunakan sebagai salah satu alternatif pembelajaran pada konsep pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan dengan tujuan agar peserta didik dapat mengetahui lebih dalam tentang materi pertumbuhan dan perkembangan, factor yang berpengaruh, dampak dari kekurangan factor penunjang, solusi dan lain sebagainya.



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. Kesimpulan**

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pemberian cahaya terhadap tanaman C3 yang telah mengalami etiolasi dapat memulihkan tanaman tersebut ke kondisi normal dengan syarat cahaya yang diberikan tidak langsung (diberikan pada kondisi sedikit ternaung)
2. Lama pemulihan ke kondisi normal di antara dua tanaman C3 yaitu kacang tanah dan kacang merah menunjukkan kecepatan tertinggi dengan lama waktu yaitu 3 hari pada tanaman kacang tanah sedangkan waktu yang dibutuhkan oleh tanaman kacang merah untuk pemulihan adalah 6 hari.
3. Faktor yang mempengaruhi waktu pemulihan yang memegang peranan penting disini adalah kandungan klorofil. Semakin banyak kandungan klorofil maka semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk proses pemulihan.

#### **B. Saran**

1. Bagi Peserta Didik

Bagi peserta didik supaya dapat berlatih menggunakan metode ilmiah dalam menghadapi berbagai masalah, lebih efektif berfikir dan membuat peserta didik memperoleh ilmu pengetahuan serta pengalaman praktis.

## 2. Bagi Pendidik

Bagi pendidik dapat mengembangkan kegiatan proses belajar mengajar dengan pengalaman secara langsung dapat dilakukan dengan praktikum di lapangan.

## 3. Bagi Peneliti Lain

Sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pemulihan etiolasi dengan lama etiolasi yang berbeda



## DAFTAR PUSTAKA

- A.H. Fitter & R. K. M. Hay. 1991. *Fisiologi Lingkungan Tanaman*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Ali, Hemas Hanafiah. 2011. *Rancangan Percobaan Teori & Aplikasi Edisi Ketiga*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Armansyah, W. 2009. *Biologi Sel*. Jakarta
- Anugrah Pratama, Tomy. 2009. *Laporan Praktikum Fisiologi Tumbuhan, Fotosintesis*. Jurusan Biologi fakultas MIPA Universitas Andalas Padang
- Ashari, S. 2000. *Hortikultura Aspek Budidaya*. Jakarta: UI press.
- Bagood, Sudjaji. 2007. *Biologi SMA Kelas XII*. Jakarta : Yudishtira
- Campbell. N.A, dkk. 2003. *Biologi Edisi Kelima Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Darmanti, Sri, dkk. *Produksi Biomasa Tanaman Nilam (Pogostemon cablin) Yang Ditanam Pada Intensitas Cahaya Yang Berbeda, Jurnal Penelitian Biologi Struktur dan Fungsi Tumbuhan Jurusan Biologi FMIPA UNDIP*
- Dr. Ir. S. M. Sitompul dan Dr. In. Bambang Guritno Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. 1995. *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. Jogjakarta : Gadjah Mada University Press
- Drs. Suyitno AI, MS. 2006. *Petunjuk Praktikum Fisiologi Tumbuhan Lanjut*, Program Studi Biologi Fakultas MIPA Universitas Negeri Yogyakarta
- Hasan, Albana. 2006. *Al-quran terjemah ( yasin:33., Bogor: Sygma Examedia Arkanleema*.
- Hamid A. Toha, Abdul. *Biokimia Biomolekuler*. ISBN : 979-8433-51-1 : Alfabet
- Haryanti,Sri. *Respon Pertumbuhan Jumlah dan Luas Daun Nilam (Pogostemon cablin Benth) pada Tingkat Naungan yang Berbeda. (Semarang : Jurnal Biologi Struktur dan Fungsi tumbuhan Jurusan Biologi FMIPA UNDIP)*



- Heddy, Suwasono. 1997. *Biologi Petanian. Tinjauan Singkat Tentang Anatomi, Fisiologi, Sistematika dan Genetika Dasar Tumbuh-tumbuhan*. Jakarta : Rajawali Pers.
- Kisman. 2008. *Pola Pertumbuhan Awal Tanaman Kedelai Pada Kondisi Cekaman Intensitas cahaya rendah dan pemberian inhibitor plastid (uji cepat toleransi kedelai terhadap cekaman naungan)*. Jurnal Penelitian Fakultas Pertanian Universitas Mataram.
- Lakitan, Benyamin. 2011. *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta : Rajawali Pres
- Murdiyanto, Bambang. 2005. *Rancangan Percobaan*, Jakarta.
- Pratiwi, A, dkk. 2007. *Biologi untuk SMA kelas XII*. Jakarta : Erlangga
- Prof. Dr. D. Dwijoseputro. 1980. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta : Gramedia
- Raden, Ince dkk, 2008. *Karakteristik Daun Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) dan hubungannya dengan fotosintesis*. Jurnal Penelitian Fakultas Pertanian IPB : Bogor
- Salisbury, Frank.S. 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid 2 Biokimia Tumbuhan*, Bandung: ITB Bandung.
- Soedirokoesoemo, W. 1993. *Materi Pokok Anatomi dan Fisiologi Tumbuhan*, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Jakarta.
- Sudjana. 2001. *Metode statistika*. Bandung.
- Sulistyaningsih, Endang dkk. 2005. *Pertumbuhan dan hasil caisin pada berbagai warna Sungkup plastik Growth and yield of mustard greens in many convex Plastic covers*, Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Suradinata, Tatang. 1993. *Petunjuk Praktikum Anatomi dan Fisiologi Tumbuhan*, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Jakarta.
- Suyitno dan sukirman. *Eksplorasi Biologi SMP kelas VII*. ISBN : 978-979-746-112-6
- Utami, Listiani. B. 2004. *Fisiologi Tumbuhan II*. Universitas Ahmad Dahlan. Yogyakarta.

Wilkins, B. Malcolm. 1969. *Fisiologi Tanaman (Physiology Of Plant Growth And Development)* diterjemahkan oleh Ir. Mut Mulyani Sutedjo & Ir. A.G Kartasapoetra. Jakarta: Bumi Aksara

Yuniwati, Murni dkk. 2000. *Optimasi kondisi proses ekstraksi zat pewarna dalam daun suji Dengan pelarut etanol*, (Yogyakarta : Jurnal Penelitian Jurusan Teknik Kimia, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta. ISSN: 1979-911X

